DK

ALFA



BİR HİDROJEN
ATOMUNUN
%99,99'U BOŞTUR

BİR ÇAY KAŞIĞI
NÖTRON YILDIZI AĞIRLIĞI
5 MİLYAR TONDAN
FAZLADIR





SEZYUM O KADAR
TEPKİNDİR Kİ,
SUYLA TEMAS EDİNCE
ALEV ALIR



BİLİM NASIL ÇALIŞIR





GÖRSEL Olarak Açıklanan Gerçekler

SATÜRN'ÜN
YOĞUNLUĞU O KADAR
DÜŞÜKTÜR Kİ, GEZEGEN
SUYUN ÜSTÜNDE
DURABİLİR



BAZI
DENİZ SÜNGERLERİ
2.000 YILDAN
FAZLA YAŞAR



VÜCUDUMUZDA
YAKLAŞIK
30 TRİLYON
HÜCRE VARDIR

ALFA

BİLİM NASIL ÇALIŞIR

ALFA  Penguin Random House

Alfa Yayınları: 3471
Başvuru: 23

BİLİM NASIL ÇALIŞIR?

Orijinal Adı How Science Works
İngilizce Aslından Çeviren Ahmet Fethi Yıldırım

1. Basım: 2019
ISBN 978-605-106-868-8

Sertifika No: 10905

Yayıncı ve Genel Yayın Yönetmeni
M. Faruk Bayrak
Genel Müdür Vedat Bayrak
Yayın Yönetmeni Mustafa Küpüşoğlu
Proje Editörleri Lili Bryant, Martyn Page, Miezan van Zyl
Sanat Yönetmeni Karen Self
Tasarım Uygulama Elif Çepikkurt

Alfa Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti.
Alemdar Mahallesi, Ticarethane Sokak No: 15 34110
Cağaloğlu, İstanbul/Türkiye
Tel: (0212) 511 53 03 - 513 87 51 - 512 30 46
Faks: (0212) 519 33 00
www.alfakitap.com info@alfakitap.com

A WORLD OF IDEAS:
SEE ALL THERE IS TO KNOW
(www.dk.com)
Çin'de üretilmiştir. Printed in China.

İÇİNDEKİLER

MADDE

ENERJİ VE KUVVET

YAŞAM

UZAY

DÜNYA

Bilimi özel kılan nedir?

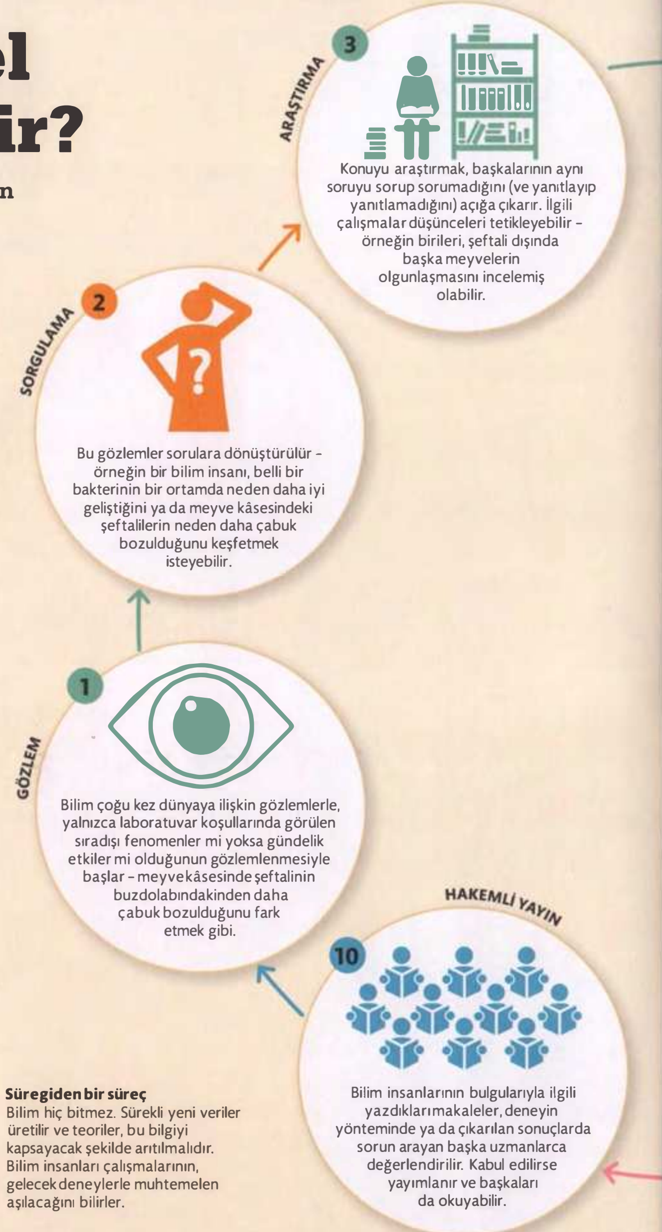
Bilim bir olgular derlemesinden ibaret değildir – kanıtlara ve mantığa dayanan sistematik düşünme biçimidir. Kusursuz olmayabilir ama evreni anlamamızın en iyi yoludur.

Bilim nedir?

Bilim, doğal ve toplumsal dünyayı öğrenmenin ve anlamanın, kazanılan bilgiyi uygulamanın bir yoludur. Bilgiyi sürekli güncelliyor ve dünyayı kavrayışımızı değiştiriyor. Bilim ölçülebilir kanıtlara dayanır; bu kanıtları genelleştirirken ve daha ileri tahminlerde bulunmak için kullanırken mantıksal adımlar izlemelidir.
Bu süreci kullanarak kazandığımız bilgi yığınını tarif etmek için de "bilim" sözcüğü kullanılır.

Bilimsel yöntem

Bilimsel yöntem disiplinden disipline değişir ama genellikle şunları gerektirir: Bir hipotez üretme ve sınama; deneylerle toplanan veriyi kullanıp hipotezi güncellemek ve arıtmak; mümkünse, genelleştirilebilir bir teoriye ulaşıp hipotezin neden doğru olduğunu açıklamak. Veriden emin olmak için deneylerin tercihen farklı laboratuvarlarda tekrarlanması önemlidir. İkinci kez farklı sonuçlar bulunursa, sonuç başlangıçta sanıldığı kadar güvenilir ya da genelleştirilebilir olmayabilir.



Süregiden bir süreç
Bilim hiç bitmez. Sürekli yeni veriler üretilir ve teoriler, bu bilgiyi kapsayacak şekilde arıtılmalıdır. Bilim insanları çalışmalarının, gelecek deneylerle muhtemelen aşılacağını bilirler.

4

HİPOTEZ FORMÜLE ETME



Bir sonraki adım sınanabilir bir hipotez - olaya neyin neden olduğuyla ilgili bir öngörü- yaratmaktır. "Buzdolabındaki soğukluk şeftalilerin bozulmasını önler," bir hipotez olabilir.

5

SINANABİLİR ÖNGÖRÜLER GELİŞTİRME



Öngörüler bir hipotezden mantıksal olarak çıkmalı, spesifik ve deneysel olarak sınanabilir olmalıdır. Örneğin: "Isı şeftalinin olgunlaşmasını etkiliyorsa, 220'de tutulan bir şeftali, 80'de tutulandan daha çabuk bozulur."

6

DENEYSEL VERİ TOPLAMA



Hipotezle tutarlı olup olmadığını görmek için veri toplanır. Deneyler, ilgilendiğiniz sonucun başka bir açıklaması olmadığından emin olmak için dikkatli bir biçimde tasarlanmalıdır.

7

VERİYİ ÇÖZÜMLEME



Bir deneyin bulguları istatistiksel olarak çözümlenip, rastgele dalgalanmaların sonucu olmadıklarından emin olunmalıdır. Tesadüf olasılığını azaltmak için, deneylerde kullanılan örnek büyüklüğü elverdiğince fazla olmalıdır.

8

HİPOTEZ DESTEKLENİYOR MU?



Sonuçlar öngörülere uygunsa, hipoteze güven artar. Bir hipotezi ebediyen kanıtlayamayız, çünkü gelecekteki deneyler hipotezi çürütebilir ama ne kadar çok deney hipotezi desteklerse, güvenimiz o kadar artar.

9

ARIT, DEĞİŞTİR YA DA REDDET

Deneyin ilk sonuçları öngörülere hiç uymuyorsa, bunun nedeniyle ilgili bir işaret olabilir ve hipotezinizi arıtarak, değiştirerek ya da reddedip yeni bir hipotez formüle ederek süreci yeniden başlatabilirsiniz.

ÖNEMLİ TERİMLER

HİPOTEZ
Hipotez, bir gözleme ilişkin mevcut bilgiye dayanan potansiyel bir açıklamadır. Bilimsel olması için yanlışlanabilir olmalıdır.

TEORİ
Teoriler, bilinen olguları açıklama yollarıdır. Birbiriyle ilişkili birçok hipotezden yola çıkılarak geliştirilir ve kanıtlarla desteklenir.

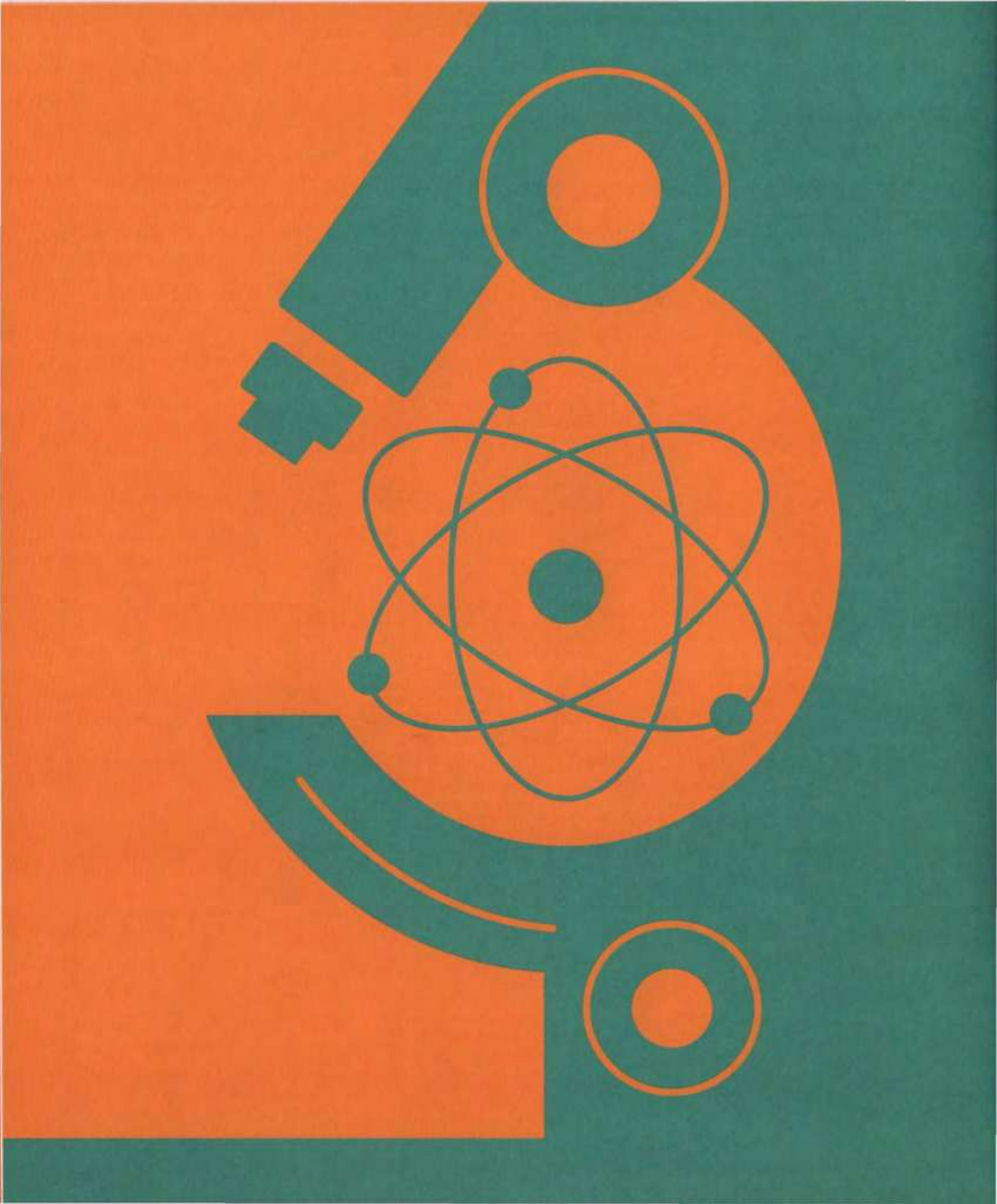
YASA
Bir yasa herhangi bir şey açıklamaz; sınandığı her seferinde doğru olduğu gözlemlenen bir şeyi tarif eder.

BİR HİPOTEZİN ÖZELLİKLERİ

KAPSAM
Geniş kapsamlı hipotezler bir dizi görüngüyü açıklar- dar kapsamlı hipotezler, yalnızca spesifik bir örneğin açıklayabilir.

SINANABİLİR
Bir hipotezi sınamak olanaklı olmalıdır. Bir hipotez kanıtlarla desteklenmedikçe, reddedilmelidir.

YANLIŞLANABİLİR
Bir hipotezin yanlış olduğunu kanıtlamak olanaklı olmalıdır. "Hayaletler vardır" ifadesi bilimsel değildir; çünkü hiçbir deney yanlışlayamaz.



MADDE

Madde nedir?

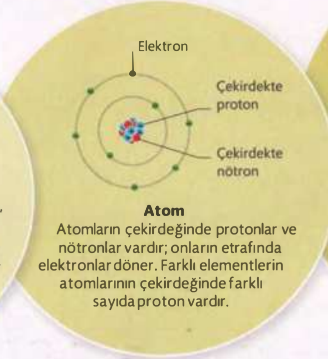
Genel olarak uzayda yer kaplayan ve kütlesi olan her şey maddedir. Yani madde, bu iki özniteliğe sahip olmayan enerjiden, ışıktan ya da sesten farklıdır.

Maddenin yapısı

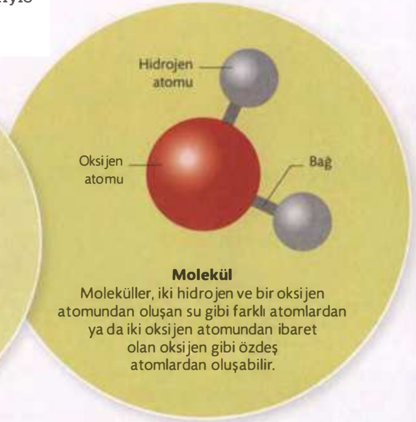
En temel düzeyde madde, kuark ve elektron gibi temel parçacıklardan oluşur. Temel parçacık bileşimleri atomları oluşturur; atomlar da bazen birbirine bağlanıp molekülleri oluşturur. Maddeyi oluşturan atomların tipleri, o maddenin özelliklerini belirler. Atomlar ya da moleküller birbirleriyle güçlü bağlar oluştururlarsa, madde oda sıcaklığında katı olur. Daha zayıf bağlar sıvılara ya da gazlara yol açar.



Temel parçacıklar
Kuark olarak bilinen temel parçacıklar, atomlardaki protonları ve nötronları meydana getirir. Gluonlar çekirdekte kuarkları bir arada tutar. Elektronlarla birlikte kuarklar ve gluonlar, bilinen tüm maddeyi meydana getirir.



Atom
Atomların çekirdeğinde protonlar ve nötronlar vardır; onların etrafında elektronlar döner. Farklı elementlerin atomlarının çekirdeğinde farklı sayıda proton vardır.



Molekül
Moleküller, iki hidrojen ve bir oksijen atomundan oluşan su gibi farklı atomlardan ya da iki oksijen atomundan ibaret olan oksijen gibi özdeş atomlardan oluşabilir.

Maddenin halleri

Gündelik yaşamda karşılaşılan maddenin ana halleri, katı, sıvı ve gazdır. Madde aşırı soğuduğunda ya da ısındığında sıradışı başka haller de vardır. Madde, ne kadar enerjiye sahip olduğuna ve bileşen atomları ya da molekülleri arasındaki bağların gücüne bağlı olarak bir halden diğerine geçebilir. Örneğin, atomları arasındaki bağlar daha zayıf olduğu için alüminyumun bakırdan daha düşük bir erime noktası vardır.



Katı
Katılarda atomlar ya da moleküller, güçlü bağlarla sıkı bir yapı içinde tutulur. Parçacıklar hareket edemez; bu yüzden katılar serttir ve şekillerini korur.

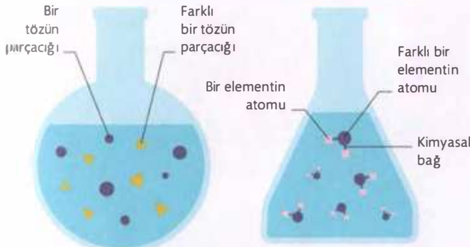


Sıvı
Sıvılarda atomların ya da moleküllerin arasında yalnızca zayıf bağlar vardır; bu yüzden parçacıklar hareket edebilir. Yani sıvılar akabilir ama parçacıkların sıkı şekilde paketlenmesi, sıkıştırılmalarına engel olur.



Karışımlar ve bileşikler

Atomlar çok çeşitli biçimlerde birleşip farklı tipte maddeler üretebilir. Atomlar kimyasal olarak birbirine bağlandığında bileşikler oluşur. Örneğin su, oksijenden ve hidrojenden oluşan bir bileşiktir. Bununla birlikte, birçok atom ve molekül birbiriyle kolay bağ oluşturmaz; bu yüzden bunları karıştırmak, onları kimyasal olarak değiştirmez – bunlara karışım diyoruz. Karışımlar kum ve tuzu ya da gazların karışımı olan havayı kapsar.



Karışım
Karışımlarda asıl kimyasallar değişmez; bu yüzden, örneğin elekten geçirerek, süzerek ya da damıtma yoluyla tekrar fiziksel olarak ayrılabilirler.

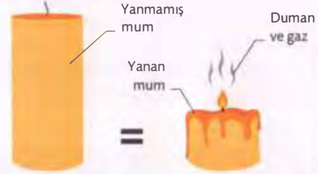
Bileşik
Atomlar ya da moleküller tepkiyince yeni bir bileşik oluştururlar. Fiziksel olarak ilk biçimlerine dönemezler; onları ayırmak kimyasal bağları koparmayı gerektirir.



EVRENDEKİ TÜM MADDENİN YAKLAŞIK YÜZDE 99'U PLAZMA BİÇİMİNDEDİR

KÜTLE KORUNUMU

En olağan kimyasal tepkimeler ya da fiziksel değişiklikler (bir mum yandığında olduğu gibi) sırasında, ürünlerin kütlesi tepkenlerin kütlesine eşittir. Madde kaybolmaz ya da kazanılmaz. Bununla birlikte, kütlenin enerjiye dönüştüğü nükleer füzyon tepkimeleri gibi aşırı koşullarda bu "yasa" ihlal edilebilir.





Gaz
Bir gazdaki atomlar ya da moleküller arasında bağ yoktur; bu yüzden yayılırlar ve kaplarını doldururlar. Parçacıklar birbirinden uzaktır; bu yüzden gaz sıkıştırılabilir ama sıkıştırmak basıncı artırır.

YÜKSEK VE DÜŞÜK ISI HALLERİ

Çok yüksek ısılarda gaz atomları iyon (bkz. s. 40) ve elektronlara ayrılıp, elektrik iletebilen plazma haline gelir. Düşük ısılarda Bose-Einstein yoğuşuğu (bkz. s. 22) oluşup, maddenin özelliklerini köklü bir biçimde değiştirebilir. Bu durumda atomlar tuhaf hareket etmeye başlar, tek bir atom gibi davranır.



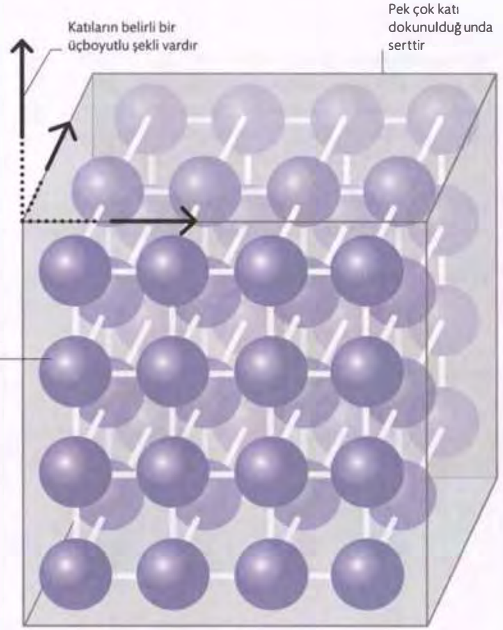
BOSE-EİNSTEİN YOĞUŞUĞU



PLAZMA

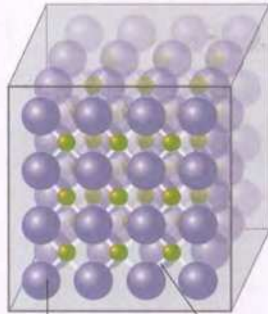
Katılar

Katı, maddenin en düzenli halidir. Bir katıdaki bütün atomlar ya da moleküller birbiriyle bağlantılı olup, şekli ve hacmi sabit bir nesne oluşturur (ama kuvvet uygulanarak şekli değiştirilebilir). Bununla birlikte, katılar değişik malzemeleri kapsar ve diğer özellikler, söz konusu katıya bağlı olarak çok çeşitlilik gösterir.



Katı nedir?

Katılar serttir ve belirli bir şekilleri vardır; sıvılar ya da gazlar gibi kaplarının şeklini almazlar. Katılardaki atomlar sıkı bir biçimde paketlenmiştir; bu yüzden daha küçük hacimlere sıkıştırılamazlar. Sünger gibi bazı katılar sıkıştırılabilir ama bu, malzemenin gözeneklerindeki hava dışarı çıkarıldığı için olur – katının kendisinin büyüklüğü değişmez.

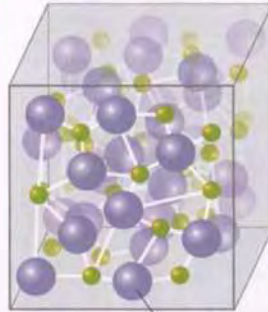








Kristalin katılar
Kristalin katılarda atomlar ya da moleküller, düzenli bir örüntüyle dizilidir. Elmas (karbonun kristalin bir formu) gibi bazı tözler tek bir büyük kristal oluşturur. Ama pek çoğu, bir yığın küçük kristalden oluşur.









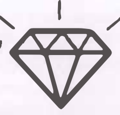
Amorf katılar
Kristalin katılardakinden farklı olarak, amorf katıları oluşturan atomlar ya da moleküller düzenli bir örüntüyle dizili değildir. Daha çok bir sıvıdaki gibi dizilidirler ama hareket edemezler.



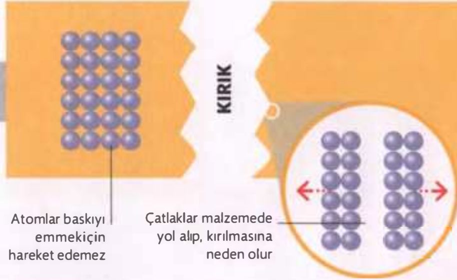
Katıların özellikleri

Katıların çok çeşitli özellikleri vardır; örneğin güçlü ya da zayıf, sert ya da görece yumuşak olabilir ve kuvvet uygulandıktan sonra ilk şekillerine dönebilir ya da şekilleri kalıcı olarak bozulabilir. Katı bir malzemenin özellikleri o malzemeyi oluşturan atomlara ya da moleküllere, katının kristalin ya da amorf olup olmamasına ve malzemede kusurlar olup olmamasına bağlıdır.

ENDER BİR ELMAS, FORMU OLAN ALTIGEN ELMAS (LONSDALEİTE) BİLİNEN EN SERT KATIDIR, NORMAL ELMASTAN NEREDEYSE YÜZDE 60 DAHA SERTTİR



Gevrek
Seramik gibi gevrek katılar, baskı altında, şeklini fazla değiştirmeden kırılır. Bu malzemelerde kolayca çatlaklar oluşur; çünkü atomlar hareket edip baskıyı ememez. Malzemenin biçimi bozulabiliyorsa, daha az gevrek olur ama daha az sert de olur.



Sünek
Sünek malzeme gerilince şekil değiştirir; bu yüzden çekilip uzun tel haline getirilebilir. Bir malzemenin kalıcı olarak şekil değiştirdiği bu deformasyon tipi, plastik deformasyon olarak bilinir. Birçok metal, atomlar arasındaki bağlar atomların birbirini geçmesine olanak verdiği için sünektir.

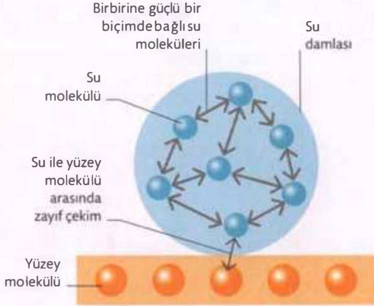


Dövülgen
Dövülgen katılar, sıkıştırıldıklarında plastik olarak deforme olabilir. Sonuç olarak, çekiçlenerek ya da haddelenerek levha şeklinde düzleştirilebilir. Birçok dövülgen malzeme aynı zamanda sünektir ama iki özellik her zaman birlikte olmaz; örneğin kurşun oldukça dövülgendir ama sünekliği düşüktür.



Islanma

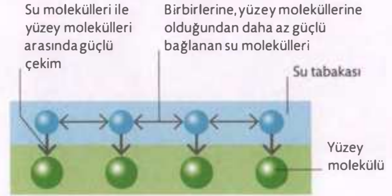
Islanma, bir sıvının katı bir yüzle temas halinde kalma derecesidir. Bir sıvının bir yüzeyi ıslatıp ıslatmaması, sıvı ile yüzey arasındaki kuvvetlere göre, sıvının içindeki çekim kuvvetinin gücüne bağlıdır.



Islanmama
Su geçirmez yüzeylerde, su molekülleri yüzey moleküllerine, birbirlerine olduğundan daha az güçlü çekildikleri için su damlaları oluşur.

EN VİSKOZ SIVI HANGİSİDİR?

Karayolu yüzeyinde kullanılan zift bilinen en viskoz sıvıdır. Aynı ısıda sudan 20 milyar kat daha viskozdur.



Islanma
Su molekülleri yüzey moleküllerine, diğer su moleküllerine olduğundan daha güçlü bağlanınca su bir yüzeyi ıslatır – yüzeyde bir tabaka oluşturur.

Sıvılar

Sıvılarda atomlar ya da moleküller birbirine yakındır. Aralarındaki bağlar gazlardakinden daha güçlü ama katılardakinden daha zayıftır, parçacıkların serbest hareket etmesine olanak verir.

Parçacıklar birbirine yakındır ama serbest hareket ederler.

Serbest akış

Sıvılar akar ve girdikleri kapların şeklini alır. Atomlar ya da moleküller birbirine yakındır, yani sıvılar sıkıştırılamaz. Sıvıların yoğunluğu gazlarınkinden yüksektir ve su hariç, katılarınkine benzer ya da onlardan biraz düşüktür (bkz. s. 56-57).

Sıvılarda moleküller
Bir katıdakinden farklı olarak sıvılardaki atomlar ya da moleküller rastgele dizilidir. Parçacıklar arasında bağ vardır ama zayıftır ve parçacıklar hareket edip birbirini geçtikçe sürekli kopup yeniden oluşurlar.



SU

ZEYTİNYAĞI

BAL

Viskozite sentipoiz (centipoise) denilen birimlerle ölçülür. 21°C'de suyun viskozitesi 1 sentipoizdir

Zeytinyağının 21°C'de viskozitesi yaklaşık 85 sentipoizdir

Balın 21°C'de viskozitesi yaklaşık 10.000 sentipoizdir

DÜŞÜK VİSKOZİTE

Moleküller arası zayıf bağlar

Sıvı molekülü

ORTA VİSKOZİTE

Yağ molekülü

Moleküller arasında orta derecede güçlü bağlar

YÜKSEK VİSKOZİTE

Fruktoz molekülü

Moleküller arası güçlü bağlar

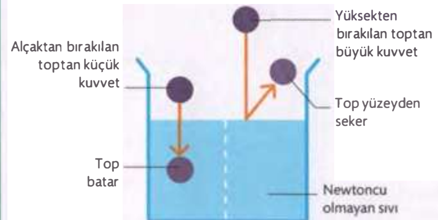
Glikoz molekülü

Su molekülü

Sıvıakışı
Su gibi viskozitesi düşük sıvılar, moleküllerin arasındaki bağlar zayıf olduğu için, kolay akar. Bal ise, moleküller arası bağların gücünden ötürü, daha zor akar.

NEWTONCU OLMAYAN SIVILAR

Su gibi Newtoncu sıvılardan farklı Newtoncu olmayan akışkanlar, uygulanan kuvvete bağlı olarak değişir. Örneğin bir mısır unu ile su karışımı, büyük bir kuvvet uygulandığında daha kalınlaşır; bu yüzden büyük bir yükseklikten karışımın içine bırakılan bir top yüzeyden sektiği halde, daha alçaktan bırakılan top karışıma batar.



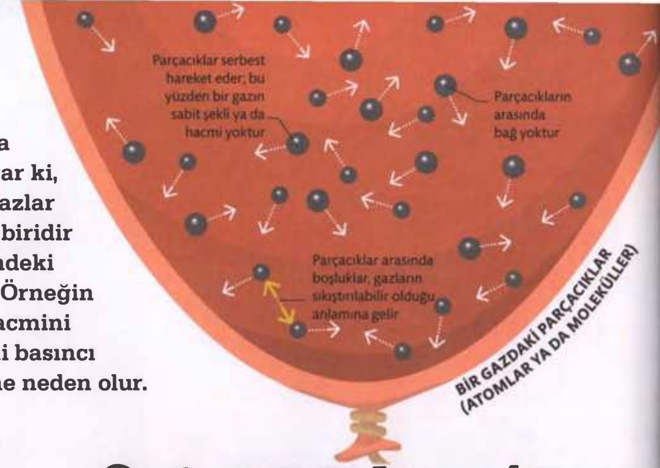
NEWTONCU OLMAYAN SIVILAR

Viskozite

Viskozite, bir sıvının ne kadar kolay aktığının ölçüsüdür. Viskozitesi düşük olan bir sıvı kolay akar ve genellikle "ince" olduğu söylenir; "kalın," viskozitesi yüksek bir sıvıysa daha zor akar. Viskoziteyi, sıvının molekülleri arasındaki bağlar belirler –bağlar ne kadar güçlüyse, sıvı o kadar viskozdur. Bir sıvının ısısının artması, viskozitesini azaltır; çünkü moleküller, moleküller arası bağların üstesinden gelmek için daha fazla enerjiye sahip olur.

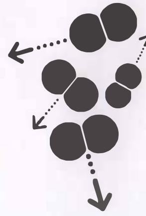
Gazlar

Gazlar hep etrafımızdadır ama onları fazla düşünmeyiz. Ne var ki, katılarla ve sıvılarla birlikte gazlar da maddenin ana hallerinden biridir ve davranış tarzları, yeryüzündeki yaşam için hayati önemdedir. Örneğin nefes alırken akciğerimizin hacmini artırırız ve bu durum içerideki basıncı azaltıp havanın içeri girmesine neden olur.



Gaz nedir?

Gazlar bireysel atomlardan veya iki ya da daha fazla atomlu moleküllerden oluşabilir. Bu parçacıklar çok enerjiktir ve hızlı hareket eder; kaplarını doldurur ve onların şeklini alır.

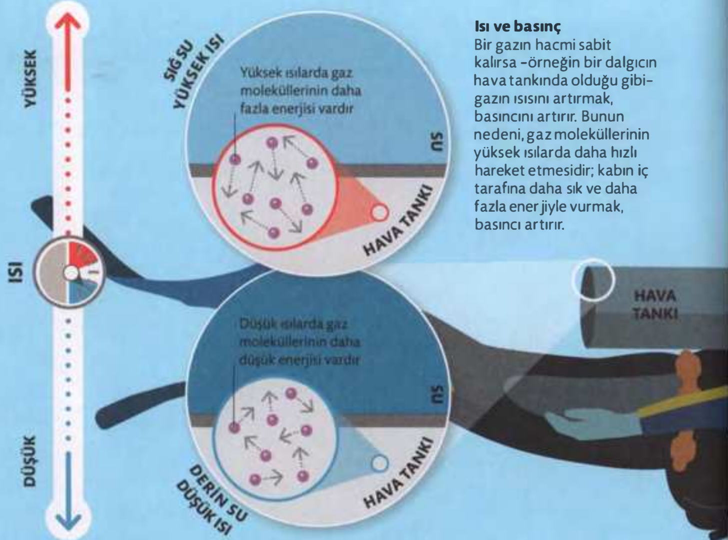


1.700 km/s

ODA SICAKLIĞINDA OKSİJEN MOLEKÜLLERİNİN DOLAŞIM HIZI

Gazlar nasıl davranır?

Gazların davranışı üç gaz yasasıyla açıklanır. Bunlar bir gazın hacmiyle, basıncıyla ve ısısıyla ilişkilidir ve bir ölçü değişince, diğerlerinin nasıl değiştiğini gösterir. Yasalar, bütün gazların "ideal" bir gaz gibi davrandığını varsayar. Bu ideal gazda bireysel gaz parçacıkları arasında etkileşim yoktur, parçacıklar rastgele hareket eder ve yer kaplamazlar. Gerçek bir gazın bu özellikleri olmamasına rağmen, gaz yasaları pek çok gazın normal ısı ve basınç altında nasıl davrandığını gösterir.



Isı ve basınç

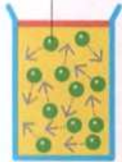
Bir gazın hacmi sabit kalırsa -örneğin bir dalgıcın hava tankında olduğu gibi- gazın ısısını artırmak, basıncını artırır. Bunun nedeni, gaz moleküllerinin yüksek ısılarda daha hızlı hareket etmesidir; kabın iç tarafına daha sık ve daha fazla enerjiyle vurmak, basıncı artırır.



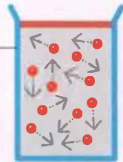
AVOGADRO YASASI

Avogadro yasasına göre eşit ısıda ve basınçta, bütün gazların eşit hacimleri aynı sayıda molekül içerir. Örneğin klor gazı moleküllerinin kütlesi oksijeninkinin iki katı kadar olmasına rağmen, aynı ısı ve basınç koşullarında ve aynı büyüklükte kaplarda her birinin eşit sayıda molekülü olacaktır.

Klor moleküllerinin ağırlığı, oksijen moleküllerinin yaklaşık iki katıdır



Her iki kabın hacmi aynıdır; bu yüzden aynı sayıdagaz molekülü içerir



KLOR GAZI

OKSİJEN GAZI

Isı ve hacim
Bir gazın hacmi sınırlanmazsa (örneğin sert bir kapla), bir gaz ısıtılınca genleşir ve gaz molekülleri daha fazla enerji kazanır. Gazın ısısı ne kadaryüksekse, hacmi o kadar büyüktür. Örneğin şişirilmiş bir lastik bottaki hava güneş tarafından ısıtılırsa, hava genleşecek ve botu daha fazla şişirecektir.







Basınç ve hacim
Bir gazın ısısı sabit kalırsa, gazın üzerindeki basıncı artırmak hacmini küçültür. Öte yandan, gazın üzerindeki basıncı azaltmak, hacmini büyütür. Kabarcıkların bir sıvının yüzeyine çıkınca genleşmelerinin nedeni budur.



Düşük basınçta gaz genleşir, kabarcığın büyümesine olanak verir



Yüksek basınçta gaz molekülleri, daha küçük bir hacmin içine sıkışır

HAVAYI NEDEN GÖREMEYİZ?

Bir şey ışığı etkilerse, örneğin yansıtırsa, görülebilir. Hava, ışığı çok hafif etkiler, bu yüzden genellikle görünmez. Ama büyük miktarda hava mavi ışığı fark edilir ölçüde saçar; gökyüzünün mavi görünmesinin nedeni budur.

Tuhaf haller

Katılar, sıvılar ve gazlar maddenin en çok bilinen halleridir ama maddenin halleri bunlardan ibaret değildir. Kızgın gazlar, elektrik ileten yüksek enerji yüklü parçacıklardan oluşan plazma haline gelebilir. Aşırı düşük ısılarda bazı maddeler, sıfır elektrik direnci ya da viskozite gibi tuhaf özelliklere sahip süper-iletken ya da süper-akışkan haline gelebilir.

Plazma nerede bulunur?

Plazma güneşte yaygındır. Doğal plazma yeryüzünde enderdir ama yıldırımda ve kuzey ile güney ışıkları da denilen kutup ışıklarında meydana gelir. Plazma yapay olarak, gazdan elektrik geçirilerek de yaratılabilir – örneğin ark kaynağında ve neon lambalarında olduğu gibi.



Yıldızlar
Güneş gibi yıldızlar o kadar sıcaktır ki, yıldızın kütlesinin büyük bölümünü oluşturan hidrojen ve helyum iyonlaşıp plazma biçimini alır.



Kutup ışıkları
Güneşten gelen plazma dünyaya ulaşınca, atmosferle etkileşip kutup bölgelerinde ışık şovlarına neden olur.



Yıldırım
Yıldırım kolları, plazmanın elektrik yükü bir fırtına bulutundan yere geçerken bıraktığı gözle görünür izidir.

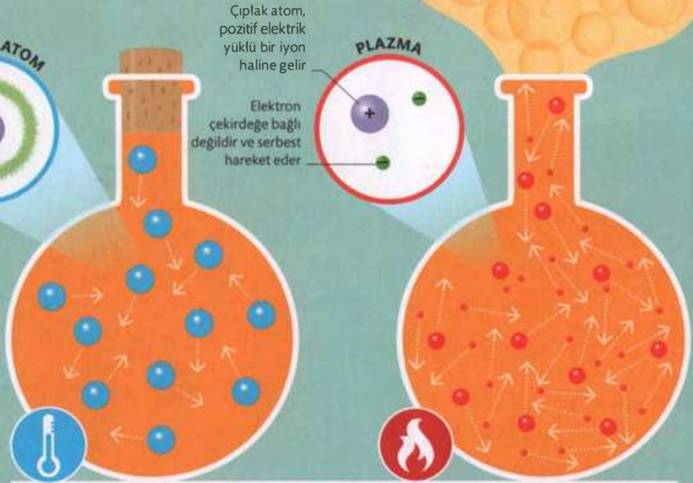


Neon lambaları
Elektrik ışığın içindeki neonu ısıtıp, bir plazma oluşturmasına neden olur. Elektrik akımıyla uyarılan plazma ışık yayar.



Plazma ark kaynağı
Elektrik kullanılarak metali eritmeye yetecek kadar yüksek bir ısıya, yaklaşık 28.000°C'ye ulaşabilen bir plazma huzmesi yaratılır.





Plazma

Normal ısılarda ve basınçlarda gazlar, atom (etrafında elektronların döndüğü protonlardan ve nötronlardan oluşan bir çekirdekten ibaret) ya da molekül olarak var olur. Atomlar ya da moleküller negatif elektrik yüklü elektronlara ve pozitif elektrik yüklü çekirdeklere ya da iyonlara (bkz. s. 40) ayrılarak plazmalar yaratılır. Bir gaz aşırı ısıtılarak ya da gazdan bir elektrik akımı geçirilerek bu başarılabilir.



1 Oda sıcaklığında gaz
Normal oda sıcaklığında bir gazda negatif elektrik yüklü elektronlar her atomun çekirdeğinin etrafında döner ve her atom çekirdeğindeki protonların pozitif elektrik yükünü dengeler. Sonuç olarak atomlar nötrdür.

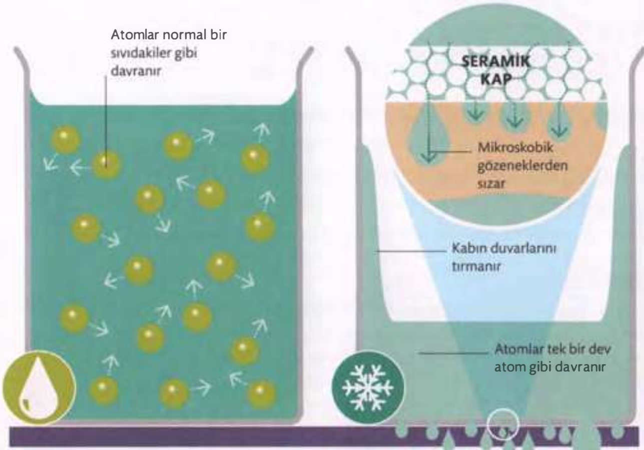


2 Yüklü plazma
Plazmada elektronlar atomlardan kopmuş, negatif yüklü elektronlar ve pozitif yüklü çekirdekler (iyonlar) kalmıştır. Bu elektronlar ve iyonlar serbest hareket edebilir; bu yüzden plazma elektrik iletebiliyor.



Süper-iletkenler ve süper-akışkanlar

130 K'nın (–143°C) altında sıcaklıklarda bazı maddeler süper-iletken olur – elektriğin dirençle karşılaşmadan aralarından akmasına olanak verirler. Daha da düşük ısılarda helyumun en yaygın izotopu (bkz. s. 14) helyum-4 bir süper-akışkan olur. Viskozitesi sıfıra düşer ve hiçbir dirençle karşılaşmadan akar. Mutlak sıfıra yakın ısılarda (0 K; –273,15°C) bazı maddeler Bose-Einstein yoğuşuğu (bkz. s. 22) olarak bilinen tuhaf bir hal oluşturur. Normalde bir maddedeki her atom bir birey gibi davranır ama bir Bose-Einstein yoğuşuğunda bütün atomlar, tek bir dev atom gibi hareket eder.



1 Sıvı helyum
Normal atmosfer basıncında helyum-4, yaklaşık 4 K'da (-269°C) sıvılaşır. Bu sıcaklıkta diğer herhangi bir sıvı gibi davranır, bir kaba akıp doldurur ve içinde kalır.

2 Süper-akışkan sıvı helyum
Yaklaşık 2 K'da (-271°C) helyum-4 bir süper-akışkan olur. Bu sıcaklıkta, katı nesnelerde mikroskobik gözeneklerden akma ve kabın duvarlarını tırmanma gibi tuhaf davranışlar sergiler.

Süper-iletkenlerin kullanılması

Süper-iletkenler esas olarak manyetik rezonans görüntüleme (MRI) cihazları, manyetik raylı trenler ve maddenin yapısını araştırmada kullanılan parçacık hızlandırıcılar gibi uygulamalar bakımından yaşamsal olan güçlü elektromıknatıslar yapmak için kullanılır.



MRI cihazı
Beyin gibi vücut dokularının ayrıntılı görüntülerini üretmek için süper-iletken mıknatıslar kullanılır.



Parçacık hızlandırıcılar
Bazı parçacık hızlandırıcılar süper-iletken mıknatısların büyük gücünden yararlanarak parçacıkları hızlandırıcıların etrafına yönlendirir.



Elektromanyetik bombalar
Elektromanyetik bombalarda (E-bomba), yakındaki elektronik donanımı etkisizleştiren güçlü bir elektromanyetik darbe üretmek için süper-iletkenler kullanılır.



Manyetik raylı trenler
Manyetik raylı yüksek hızla trenler, trenleri havaya kaldırmak ve ileri itmek için süper-iletken elektromıknatıslar kullanır.

SÜPER-AKIŞKAN HELYUM, KARIŞTIRILSAYDI SONSUZA KADAR DÖNERDİ

MEİSSNER ETKİSİ

Süper-iletkenler aralarında manyetik alanların geçmesine izin vermezler. Aslında manyetik alanları uzaklaştırır. Bu, Meissner etkisi olarak bilinen bir fenomendir. Kritik ısısına (maddenin süper-iletken haline geldiği ısı) kadar soğutulan süper-iletken bir malzemenin üzerine bir mıknatıs yerleştirilirse, süper-iletken mıknatısı uzaklaştırıp havaya kalkmasına neden olur.



Maddeyi dönüştürme

Katı, sıvı, gaz ve plazma maddenin en bilindik halleridir ama Bose-Einstein yoğuşuğu olarak bilinen başka bir acayip hal daha vardır. Bir maddeyi bir halden başka bir hale dönüştürmek enerji eklemeyi ya da çıkarmayı gerektirir.

Enerji kazanma

Bir madde enerji kazanınca, parçacıkları (atomları ya da molekülleri) titreşebilir ya da daha serbest hareket edebilir. Yeterince enerji eklenirse, katılarda ya da sıvılarda parçacıklar arasındaki bağlar kopabilir, maddenin hali değişebilir. Bir gazda enerji elektronları parçacıklardan ayırıp bir plazma oluşturabilir.



0,01°C

SUYUN AYNI ZAMANDA KATI, SIVI VE GAZ OLABİLDİĞİ ÜÇLÜ NOKTASIDIR

SÜBLİMLEŞME

Donmuş karbondioksit ("kuru buz") gibi bazı katılar, katı evresinden doğrudan gaz evresine geçer. Her madde doğru ısı ve basınç koşullarında süblimleşebilir ama normal koşullarda süblimleşme nispeten enderdir.

ERİME

Katı bir maddenin enerjisi artınca, parçacıkları bir arada tutan bağlar daha fazla titreşir. Sonunda bağlar kopar ve madde sıvılaşır. Parçacıkları hâlâ birbirini çeker ama artık daha serbest hareket edebilirler.

SIVI

Bir sıvıda atomlar ya da moleküller, bir katıda olduğundan daha gevşek biçimde birbirine bağlıdır ve serbest hareket ederler.

ENERJİ DÜZEYİ

DÜŞÜK

KATI

Bir katıda atomlar ya da moleküller, sert bir şeklin içinde birbirine sıkı sıkıya bağlıdır.

DONMA

Bir sıvı enerji kaybedince atomları ya da molekülleri yavaşlar ve parçacıklar arasındaki çekim kuvveti onları birbirine yakınlaştırır. Parçacıklar düzenli bir şekilde dizilip bir kristal oluşturabildiği gibi, daha rastgele dizilip amorf bir katı da oluşturabilir.

BOSE-EINSTEIN YOĞUŞUĞU

Maddenin tuhaf bir halinde atomlar o kadar az enerjiye sahiptir ki, hepsi aynı anda her yerdeymiş, tek bir atommuş gibi hareket ederler. Pek çok madde Bose-Einstein yoğuşuğu oluşturmaz.

AŞIRI SOĞUTMA

Bazı maddelerin gaz formlarını mutlak sıfırın (0 K/-273,15°C) üstünde bir derecenin birkaç milyonda birine kadar soğutmak, atomların enerjisini o kadar azaltır ki, neredeyse devinimsiz olurlar ve hepsi bir araya yığılır.



İYONLAŞMA

Yüksek enerjide elektronlar atomlarından ya da moleküllerinden ayrılıp bir plazma meydana getirir. Negatif yüklü elektronlar ile pozitif yüklü iyonlardan (elektronlarını kaybetmiş atomlar ya da moleküller) oluşan plazma, yıldızlarda, neon lambalarında ve plazma ekranlarda bulunur.

BUHARLAŞMA

Sıvılarda düşük ısılarda bile bazı yüzey parçacıklarının, buhar olarak sıvıdan kaçmaya yetecek kadar enerjisi vardır. Enerji ne kadar çoksa, buharlaşma o kadar çok olur. Bir maddenin kaynama noktasında, yüzeyde olmayan parçacıkların bile buhar olarak kaçmaya yetecek kadar enerjisi olur.

PLAZMA

Bazen maddenin dördüncü hali denilen plazma, serbest elektronlardan ve pozitif yüklü iyonlardan oluşan bir buluttan ibarettir.

YÜKSEK

GAZ

Bir gazda atomlar ya da moleküller, aralarında bağ olmadığı için serbest hareket eder.

YENİDEN BİRLEŞME

Plazma tekrar gaz haline dönüşünce, yeniden birleşme olur. Plazmanın enerji düzeyi düşünce, pozitif iyonlar serbest elektronları yeniden yakalar ve madde tekrar bir gaza dönüşür – örneğin, bir neon lambasının elektriği kesildiğinde olduğu gibi.

YOĞUNLAŞMA

Buharlaşmanın karşıt süreci yoğunlaşma, sıcaklık düşüp gaz atomları ya da molekülleri çevrelerine enerji kaybedince gerçekleşir. Gaz parçacıkları daha yavaş hareket eder ve gaz yoğunlaşıp sıvıya dönüşür.

KIRAĞILAŞMA

Süblimleşmenin karşıt süreci kırağılaşma, bir gaz önce sıvılaşmadan doğrudan bir katıya dönüşünce olur. Kırağı yaygın bir örnektir – havadaki su buharı çok soğuk koşullarda yüzeyde katılaşınca olur.

Enerji kaybetme

Bir madde enerji kaybedince, atomları ya da molekülleri daha yavaş hareket eder. Büyük bir enerji kaybıyla madde hal değiştirebilir; genellikle plazmadan gaza, sıvıya ve ardından katıya dönüşebilir. Bununla birlikte bazı koşullarda belirli maddeler değişirken hal atlayabilir – örneğin kırağılaşma sırasında buhar, sıvılaşmadan buzlaşır.

GİZLİ ISI

Gizli ısı, bir madde evre değiştirirken bıraktığı ya da emdiği enerjidir. Terleme bizi serinletir; çünkü terin buharlaşması deriden ısı emer.



Bir atomun içi

Uzun bir süre atomların bölünmez olduğu düşünüldü ama şimdi protonlardan, nötronlardan ve elektronlardan oluştuğunu biliyoruz. Bu parçacıklardan her birinin sayısı bir atomun ne olduğunu, kimyasal ve fiziksel özelliklerini belirler.

Bir atomun yapısı

Bir atom, bir ya da daha fazla elektronla çevrili merkezi bir çekirdekten oluşur. Çekirdek pozitif yüklü protonlar ve hidrojen hariç, nötr nötronlar içerir. Bir atomun kütlesinin büyük bölümü çekirdekte bulunur. Çekirdeğin etrafında küçük, negatif yüklü elektronlar döner; pozitif yüklü protonların çekimi elektronları yerinde tutar. Bir atomun her zaman aynı sayıda protonu ve elektronu vardır; bu yüzden pozitif ve negatif yükler birbirini götürür, atomları elektriksel olarak nötrleştirir.

Çekirdekte negatif yüklü elektronlar ile pozitif yüklü protonlar arasındaki çekim

Çekirdekteki proton

Çekirdekteki nötron

Bir helyum atomunun yapısı
Her helyum atomunun çekirdeğinde iki protonu ve iki nötronu vardır; etrafında da iki elektron döner.

Elektron bulunması daha az olası bölge

ATOM BÜYÜKLÜKLERİ

En küçük atomlu element, yalnızca bir protonu ve bir elektronu olan hidrojendir. Çapı yaklaşık 106 pikometredir (bir metrenin trilyonda biri). Sezyum, en büyük atomlardan biridir. Çekirdeğinde yörüngede dönen 55 elektronu vardır ve hidrojenden altı kat daha geniştir, çapı yaklaşık olarak 596 pikometredir.

596 pikometre

106 pikometre

HİDROJEN

SEZYUM

BİR HİDROJEN ATOMUNUN YÜZDE 99'U BOŞLUKTUR



Elektron

Elektron bulunması en olası bölge

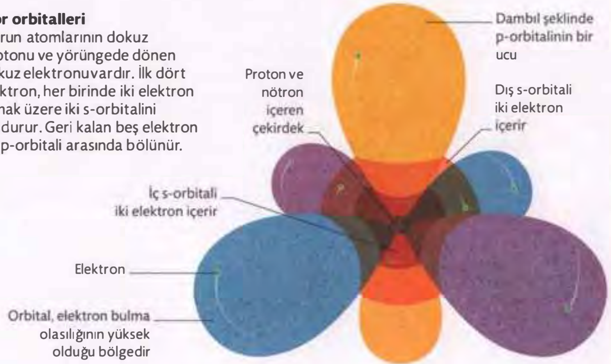
BİR ELEKTRONUN KÜTLESİ NE KADARDIR?

Bir elektron son derece hafiftir, bir protonun kütlesinin yalnızca iki binde biri kadardır.

Elektron orbitalleri

Elektronlar çekirdeğin etrafında, gezegenlerin güneşin etrafında döndüğü gibi dönmez. Kuantum etkileri (bkz. s. 30) nedeniyle, tam yerlerini belirlemek olanaksızdır. Onun yerine orbital denilen bölgelerde bulunurlar. Orbitaller, çekirdeğin etrafında elektronların bulunmasının en olası olduğu boşluk alandır. Dört ana orbital tipi vardır: Küresel olan s-orbitalleri; dambıl şeklinde olan p-orbitalleri; daha karmaşık şekilleri olan d- ve f-orbitalleri. Her orbital iki elektron tutabilir ve orbitaller, çekirdeğe en yakın olanla başlamak üzere, düzenli bir biçimde dolar.

Flor orbitalleri
Florun atomlarının dokuz protonu ve yörüngede dönen dokuz elektronuvardır. İlk dört elektron, her birinde iki elektron olmak üzere iki s-orbitalini doldurur. Geri kalan beş elektron üç p-orbitali arasında bölünür.



Atom numarası ve kütlesi

Bilim insanları atomların özelliklerini ölçmek için birkaç sayı ve ölçü kullanır. Bunların arasında atom numarası ve bir atomun kütlesine ilişkin çeşitli ölçüler vardır.

Nicelik	Tanım
Atom numarası	Bir atomdaki protonların sayısı. Bir elementin bütün atomları aynı sayıda protona sahip olduğu için, bir element atom numarasıyla tanımlanır. Örneğin, sekiz protonlu bütün atomlar oksijen atomudur.
Atom kütlesi	Bir atomun protonlarının, nötronlarının ve elektronlarının birleşik kütlesi. Belirli bir elementin atomlarındaki nötronların sayısı değişip, o elementin farklı izotoplarını (bkz. s. 35) verebilir. Yani farklı izotopların farklı atom kütleleri vardır. Atom kütlesini ölçmek için kullanılan birime atom kütle birimi (amu) denilir -bir amu, yaygın bir karbonizotopu olan karbon-12'nin bir atomunun kütlesinin on ikide biridir.
Göreli atom kütlesi	Bir elementin izotoplarının ortalama kütlesi.
Kütle sayısı	Bir atomdaki protonların ve nötronların toplam sayısı.

Atom-altı dünya

Atomlar, atom-altı parçacık denilen küçük birimlerden oluşur. İki tipte karşımıza çıkarlar: Maddeyi oluşturanlar ve kuvvet taşıyanlar. Atom-altı parçacıklar birleşip başka parçacıklar ve kuvvetler oluşturur; bunların arasında ilginç özelliklere sahip olanlar da vardır.

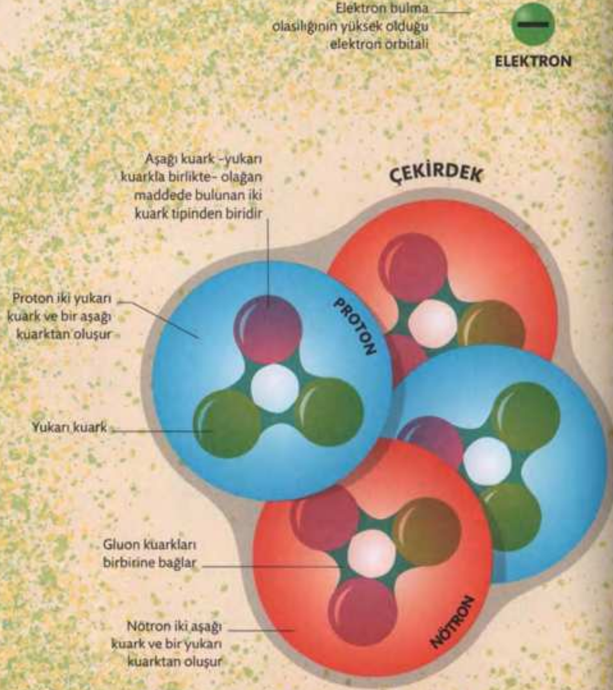
BİR KÜTLEÇEKİMİ PARÇACIĞI VAR MI?

Bilim insanları kütleçekimi kuvvetinin graviton denilen bir parçacık tarafından taşınıyor olabileceğini düşünüyorlar. Gravitonların varlığı henüz deneysel olarak doğrulanmamıştır.

Atom-altı yapı

Bir atomdaki elektronlar daha fazla bölünemezler ama protonlar ve nötronlar bölünebilir. Her biri üç kuarktan –fermion denilen bir aileden atom-altı parçacıklar– oluşur. Fermionlar madde parçacıklarıdır ve her madde, leptonlarla (elektronları da kapsayan başka bir fermion sınıfı) birlikte kuarklardan ("çeşni" ya da tip bileşimlerinde) oluşur. Her fermionun kütlesi aynı ama karşıt yüklü bir karşı-parçacığı vardır – örneğin elektronların karşı-parçacığı pozitronlardır. Karşı-parçacık bileşimleri karşı-maddeyi oluşturur.

Temel parçacıklar
Uzun bir süre bilim insanları, protonların ve nötronların bölünemez temel parçacık olduğunu sandılar ama şimdi kuarklardan oluştuklarını biliyoruz. Bununla birlikte elektronlar ve kuarklar temel parçacık gibi görünüyorlar.



"KUARK" TERİMİ, JAMES JOYCE'UN *FİNNEGAN UYANMASI* ROMANINDAN GELİR



ATOM-ALTI PARÇACIKLAR

FERMİONLAR madde parçacıklarıdır. Atomların proton, nötron ve elektron gibi madde bileşenlerini oluşturur.

BOZONLAR kuvvet taşıyan parçacıklardır. Diğer parçacıklar arasında kuvvet taşıyan elçi görevi görürler.

TEMEL FERMİONLAR başka parçacıklardan oluşmayan madde parçacıklarıdır.

Kuarklar
- Yukarı
- Aşağı
- Tılsım
- Garip
- Üst
- Alt

Leptonlar
- Elektron
- Elektron nötrino
- Müon
- Müon nötrino
- Tau parçacığı
- Tau nötrino

HADRONLAR kompozit parçacıklardır, çok sayıda kuarktan oluşur.

Baryonlar üç kuarktan oluşan kompozit fermiondur.
- **Proton** İki yukarı kuark + bir aşağı kuark + üç gluon
- **Nötron** İki aşağı kuark + bir yukarı kuark + üç gluon
- **Lambda parçacığı** Bir aşağı kuark + bir yukarı kuark + bir garip kuark + üç gluon
- **Çok sayıda diğerleri**

Mesonlar bir kuark ile bir karşı-kuark içeren kompozit bozondur.
- **Pozitif pion** Bir yukarı kuark + bir aşağı karşı-kuark
- **Negatif kaon** Bir garip kuark + bir yukarı karşı-kuark
- **Çok sayıda diğerleri**

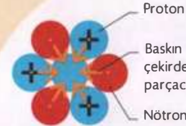
TEMEL BOZONLAR başka parçacıklardan oluşmayan kuvvet taşıyıcı parçacıklardır.
- Foton
- Gluon
- W- bozonu
- W+ bozonu
- Z bozonu
- Higgs bozonu



Elektromanyetik kuvvet
Yüklü parçacıklar arasındaki etkileşimler, ışık hızında hareket eden kütlesiz parçacık olan fotonlar tarafından taşınır.

Temel kuvvetler

Atom-altı dünyada kuvvetler, basit itmeler ve çekmeler yerine, parçacıklar tarafından taşınır. Bir buz pateni pistine bir top atan iki patenciyi düşünün; top birinci patenciden enerji taşıyıp, ikinci patenciye bir kuvvet uygular; böylece ikinci patenci topu yakalarken hareket eder.



Baskın kuvvet
kuarkları birbirine bağlayıp, protonların ve nötronların içindeki elektromanyetik itmeye karşı koyar. Kısa aralıklarda etkili olur ve gluonlar tarafından taşınır.



Zayıf kuvvet
Radyoaktif bozunum sırasında kuarklar tip değiştirdiği için parçacıklar çekirdeğin dışına itilir – bunu, zayıf kuvvet taşıyan W ve Z bozonları olanaklı kılar.



Kütleçekimi
Kütleçekimi sonsuz bir aralıkta etkili olan bir çekim kuvvetidir; bu yüzden henüz keşfedilmeyen parçacıkları, ışık hızında hareket ediyor olmalı.

Dalgalar ve parçacıklar

Dalgalar ve parçacıklar tamamen farklıymış gibi görünüyor: Işık bir dalgadır ve atomlar parçacıktır. Ne var ki, bazen ışık gibi dalgalar parçacık gibi, elektron gibi parçacıklar da dalga gibi hareket eder. Buna dalga-parçacık ikiliği denilir.

BÜTÜN PARÇACIKLAR DALGA GİBİ HAREKET EDER Mİ?

Öyle görünüyor ki, dalga gibi hareket edebilen parçacıklar yalnızca elektron gibi küçük parçacıklardan ibaret değildir. 800'den fazla atomlu bazı büyük moleküller, çiftyarık deneylerinde dalga gibi davranır - ama bütün büyük moleküllerin bu şekilde davranıp davranmadıkları bilinmiyor.

Dalga olarak ışık

Çiftyarık deneyi, ışığın bir dalga gibi davranabildiğini göstermenin basit bir yoludur. İki perdeye ışık çevrilir; ilk perde, dar bir ışık demeti üretmek için tek yarıklıdır, ikincisinde ışığı ikiye bölen iki yarık vardır. Işık bölündükten sonra görüntüleme perdesine çarpar ve bir dizi almaşık açık ve koyu bant üretir. Işık parçacık gibi davransaydı, sonuç farklı bir görüntü olurdu.

Işık parçacıkları
Işık basit parçacıklar gibi davransaydı, kum taneleri gibi bazıları bir yarıktan bazıları diğer yarıktan geçip, görüntüleme perdesinde yalnızca iki ayrı ışık bandı üretirdi. Ne var ki, ışık iki yarıktan geçtiğinde olanlar farklıdır (bkz. aşağıda).



Işık dalgaları
Dalgalar yarıklardan geçtikten sonra, bir göle atılan taş gibi dalgacık örüntüleri oluşturur. Dalgacıklar etkileşip, perdede açık ve koyu bir dizi bant -bir girişim örüntüsü- üretir.



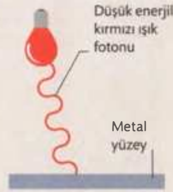


2015'TE BİLİM İNSANLARI, **DALGA** VE **PARÇACIK** GİBİ HAREKET EDEN **IŞIĞIN İLK FOTOĞRAFINI** ÇEKTİ



Parçacık olarak ışık

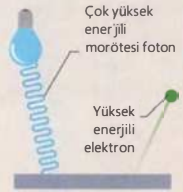
Metaller aydınlatılınca elektron yayabilir ama yalnızca ışık doğru dalga boyundaysa (renk). Fotoelektrik etki denilen bu etki, ışık parçacık gibi davrandığı için gerçekleşir. Uzun dalga boylu kırmızı ışık fotonlarının (parçacıklar), daha kısa boylu fotonlardan (yeşil ya da morötesi ışık fotonları gibi) daha az enerjisi vardır ve metalin elektronlarının kaçmasını olanaklı kılmaya yetmez.



Kırmızı ışık
Kırmızı ışık fotonlarının, ışık ne kadar parlak olursa olsun, pek çok metalin yüzeyden elektron yaymasını sağlayamayacak kadar az enerjisi vardır.



Yeşil ışık
Yeşil ışık fotonlarının kırmızıdan daha fazla enerjisi vardır - elektronların metalin yüzeyinden kaçmasını olanaklı kılmaya yetecek kadar.



Morötesi ışık
Morötesi fotonların çok yüksek ener jisi vardır; bu yüzden metalin yüzeyinden yüksek enerjili elektronların salınmasını uyarır.

Dalga-parçacık ikiliği

Çiftyarık deneyi elektron ya da atom gibi parçacıklarla yapılınca, tıpkı dalgalarda olduğu gibi, açık ve koyu bantlı girişim örüntüleri oluşur. Bu nedenle parçacıklar dalga gibi davranır – dalga-parçacık ikiliği budur. Elektronlar birer birer ateşlenirse, aynı girişim örüntüsü oluşur; çünkü parçacıkların dalga-benzeri özellikleri kendileriyle çatışmalarına neden olur.

ELEKTRON TABANCASI



Elektronlar birerbirer üretilir



GÖRÜNTÜ-LEME PERDESİ

Girişim
İki dalga eş fazlı olup, döngülerinin aynı bölümünde (tepeler tepelerle, çukurlar çukurlarla) buluşunca birbirine eklenirler. Faz dışı (bir tepe bir çukurla buluşur) olunca, birbirlerini etkisizleştirir.



Işık dalgalarının birbirini kuvvetlendirdiği parlak bant (yapıcı girişim)

Görüntüleme perdesinin önündeki görüntü



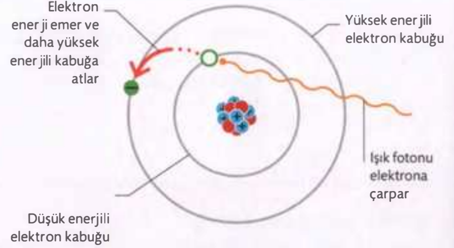
Işık dalgalarının birbirini etkisizleştirdiği koyu bant (yıkıcı girişim)

Kuantum dünyası

Atom-altı parçacıklar düzeyinde işler, gündelik yaşamda alışık olduğumuz gibi gitmez. Parçacıklar hem parçacık gibi hem dalga gibi davranabilir, enerji değişiklikleri atlamalarla –kuantum sıçraması denilir– gerçekleşir ve parçacıklar gözlemlenene kadar ara bir durumda olabilir.

Enerji paketleri

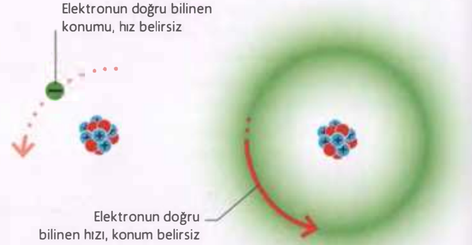
Bir kuantum, enerji ya da madde gibi fiziksel bir özelliğin olası en az miktarıdır. Örneğin ışık gibi, en küçük elektromanyetik radyasyon miktarı fotondur. Kuantumlar bölünemez – yalnızca tek bir kuantumun tam sayılı katları olarak var olabilirler.



Kuantum sıçraması
Bir atomdaki elektronlar doğrudan bir enerji düzeyinden ya da kabuktan diğerine yalnızca atlayabilir - bir "kuantum sıçraması;" bir ara enerji düzeyini işgal edemezler. Elektronlar düzeyler arasında hareket ettiğinde, enerji emer ya da yayar.

Belirsizlik ilkesi

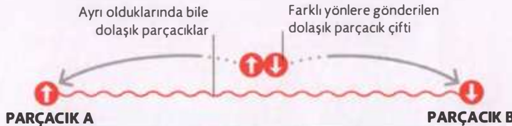
Kuantum dünyasında elektron ya da foton gibi atom-altı bir parçacığın hem tam konumunu hem tam hızını bilmek olanaksızdır. Belirsizlik ilkesi olarak bilinen bu sonuç, bir özelliği ölçmenin diğer özellikleri bozup diğer ölçümleri yanlış hale getirdiği için gerçekleşir.



Konum mu hız mı?
Bir elektronun konumu ve hızı ikisi birden doğru bir biçimde bilinemez. Konumu ne kadar doğru bilinirse, hızı o kadar belirsiz olur ve hızı ne kadar doğru bilinirse, konumu o kadar belirsiz olur.

KUANTUM DOLAŞIKLIĞI

Kuantum dolaşıklığı, elektron gibi bir çift atom-altı parçacığın, birbiriyle ilişkili ya da dolaşık olduğu ve fiziksel olarak çok uzak mesafelerle ayrı (örneğin farklı galaksilerde) olduklarında bile bağlantılı kaldıkları tuhaf bir etkidir. Sonuç olarak bir parçacığı değiştirmek, anında diğer ortağı değiştirir. Benzer biçimde bir parçacığın özelliklerini ölçmek, ötekinin özellikleri hakkında dolaysız bilgi verir.



IŞINLANMA OLANAKLI MIDIR?

Kuantum dolaşıklığını kullanan araştırmacılar 1.200 kilometre uzağa bilgi ışınladı. Bununla birlikte, fiziksel nesnelerin ışınlanması hâlâ bilimkurgudur.

Kuantum arafı

Kuantum dünyasında parçacıklar, gözlemlenene kadar bir tür arafta var olurlar. Örneğin radyoaktif bir atom, hem bozunup radyasyon yaydığı hem bozunmadığı ara bir durumda olabilir. Bu ara-durum üst üste binme olarak bilinir. Bir parçacık yalnızca gözlemlendiği ya da ölçüldüğü zaman hangi seçeneğin benimsendiği "kararlaştırılır;" daha teknik terimlerle, üst üste binmesi çöker. Üst üste binme, atom-altı olayların gözlemlenene kadar kararlaştırılamadığını ima eder – fizikçi Erwin Schrödinger'in ünlü bir düşünce deneyi, "Schrödinger'in kedisi" denilen deneyi icat etmesine yol açan bir düşünce.

Schrödinger'in kedisi

Bir kedi bir şişe zehir ve bir miktar radyoaktif madde ile birlikte bir kutuya kapatılır. Radyoaktif madde bozunup radyasyon yayarsa, radyasyon bir Geiger sayacıyla saptanır; sayaç bir çekicin tetiğini çekip, zehir şişesini kırmasına ve kediyi öldürmesine neden olur. Ne var ki, radyoaktif bozunma rastlantısaldır; bu yüzden kutunun içine bakmadan kedinin ölü mü yoksa diri mi olduğunu belirlemek olanaksızdır – aslında kutu açılıncaya kadar kedi hem ölü hem diridir.

ERWİN SCHRÖDİNGER'İN KENDİ ADINI TAŞIYAN BİR AY KRATERİ VARDIR



Geiger sayacının tetiğini çektiği çekiç

Zehir şişesi

Kedi olası iki durumun birinde (diri)

Kedi olası iki durumun ötekisinde(ölü)

Geiger sayacı radyoaktif bozunumu saptar

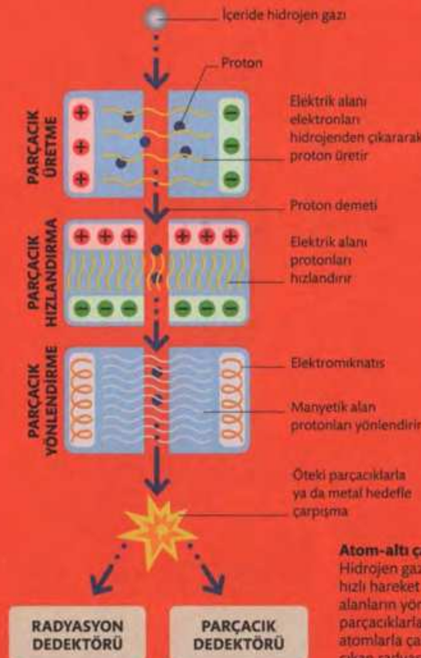
Radyoaktif madde

Parçacık hızlandırıcılar

Parçacık hızlandırıcılar, madde, enerji ve evren hakkında temel soruları araştırmak için, atom-altı parçacıkları ışık hızına yakın hareket ettiren aygıtlardır.

Hızlandırıcılar nasıl çalışır?

Parçacık hızlandırıcılar, birbiriyle çarpıştırılan ya da metal bir hedefe ateşlenen, proton ya da elektron gibi yüksek enerjili bir atom-altı parçacık demeti üretmek için yüksek voltajlarla üretilen elektrik alanları ve güçlü manyetik alanlar kullanır. Birçok parçacık hızlandırıcı daireseldir; bu yüzden parçacıklar, çarpışmadan önce her seferinde enerjisi artan birçok devir yapabilir.



Atom-altı çarpışmalar
Hidrojen gazı elektrik alanlarından geçirilerek hızlı hareket eden protonlar üretilir. Manyetik alanların yönlendirdiği protonlar diğer atom-altı parçacıklarla ya da bir metal parçasındaki atomlarla çarpışır. Dedektörler çarpışmadan çıkan radyasyonu ya da parçacıkları yakalar.

Atom-altı dünyayı incelemek

Parçacık hızlandırıcılar öncelikle atom-altı düzeyde madde ve enerjiyi incelemek için kullanılır ama kara maddeyi (bkz. s. 206) ve Büyük Patlamadan hemen sonraki koşulları (bkz. s. 202) araştırmak için de kullanılmaktadır. Higgs bozonunu keşfetmek için de kullanılan hızlandırıcılar, dört kuark ile bir karşı-kuarktan oluşan, süpernovalarda var olması olası kompozit parçacık pentakuark gibi başka ilginç atom-altı parçacıklar da saptadı.





PARÇACIKLAR LHC'NİN 27 KM ÇEVRESİNİ, SANİYEDE 11.000'DEN FAZLA KEZ DOLAŞIR

LHCb -Büyük Hadron Çarpıştırıcı güzelliği- kuark gibi parçacıkların ve temel kuvvetlerin incelenmesinde kullanılan bir parçacık dedektörü

Çarp li içindeki boşluk

LHCb

Proton akışı çarpıştırıcıya girer

Büyük Hadron Çarpıştırıcısı
Şimdiye kadar inşa edilen en büyük parçacık hızlandırıcı olan Büyük Hadron Çarpıştırıcısı (LHC) proton demetleri üretir, ışık hızına yakın hızlandırırve bunları birbirine çarpıştırıp, çarpışmadan çıkan parçacıkları inceler. LHC bir dizi deney yapar ama Higgs bozonunun keşfi, herhalde en ünlü başarısıdır.

ATLAS -Halka şeklinde bir LHC Aygıtı- CMS ile birlikte Higgs bozonunun keşfinde kullanılan yüksek enerjili bir parçacık dedektörü

SPS

ATLAS

SPS -Süper Proton Senkrotron- Büyük Hadron Çarpıştırıcısını besleyen parçacıkları üretir ve hazlandırır

Proton akışı çarpıştırıcıya girer

ALICE

Parçacık çarpışması

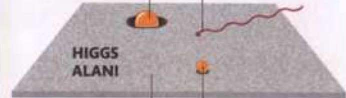
ALICE-Büyük İyon Çarpıştırıcı Deneyi- Büyük Patlamadan hemen sonra olasılıkla var olan maddenin durumunu inceleyen bir dedektör

HİGGS BOZONU

Higgs bozonu, bir alanın -Higgs alanı denilen- foton ve elektron gibi diğer parçacıklarla etkileşerek kütle ürettiği yanıdır. Higgs bozonu, karlı bir alandaki kar tanesi gibi varlık olarak düşünülebilir. Karlı alan -Higgs alanı- farklı nesnelerle farklı etkileşir: Alanla güçlü bir biçimde etkileşen (kara derin gömülen) bir nesnenin büyük bir kütlesi vardır; zayıf etkileşen (karın üzerinde duran) nesnenin küçük kütlesi vardır; alanla etkileşmeyen nesnenin de kütlesi yoktur.

Higgs alanıyla önemli ölçüde etkileşen parçacıkların büyük kütlesi vardır

Higgs alanıyla etkileşmeyen parçacıkların (foton gibi) kütlesi yoktur



Kar tanelerinin karlı bir alan oluşturması gibi, Higgs alanı da Higgs bozonlarından oluşur

Higgs alanıyla hafif etkileşen parçacıkların küçük kütlesi vardır

Elementler

Elementler yalnızca bir tip atom içerir; bu yüzden kimyasal olarak daha küçük parçalara ayrılamazlar. Atomlar içerdikleri protonların, nötronların ve elektronların sayısı bakımından birbirinden farklıdır ama bir elementi protonlar tanımlar. Periyodik tablo, elementleri atom çekirdeğindeki proton sayısına göre düzenlemenin bir yoludur.

Göreli atom kütlesi-birelementin izotoplarının ortalamaatom kütlesi (bkz. s. 25); parantez içindeki sayı, radyoaktifbir elementin en istikrarlı izotopunun atom kütlesidir

Atom numarası -bir atomun çekirdeğindeki protonların sayısı (bkz. s. 25)



Kimyasal simge -bir elementin adının kısa biçimi

Elementin adı

Periyodik tablo

Elementler periyodik tabloda atom numaralarına –proton sayıları– göre düzenlenir. Tabloda atom numarası soldan sağa bir sıra boyunca artar. Bir elementin periyodik tablodaki konumu da o element hakkında bilgi verir; örneğin aynı sütundaki elementler benzer şekilde tepkir.

1'den 18'e kadar numaralı gruplar-sütunlar; bir gruptaki elementlerin dış kabuklarında aynı sayıda elektronu vardır ve benzer kimyasal özelliklere sahiptir

1'den 7'ye kadar numaralı periyotlar-sıralar; bir periyottaki bütün elementlerin aynı sayıda elektron kabuğu vardır

	1	2	3	4	5	6	7
1	1 H HİDROJEN 1.008						
2	3 Li LİTYUM 6.94	4 Be BERİLYUM 9.0122					
3	11 Na SODYUM 22.990	12 Mg MAGNEZYUM 24.305					
4	19 K POTASYUM 39.098	20 Ca KALSİYUM 40.078	21 Sc SKANDİYUM 44.956	22 Ti TİTANYUM 47.867	23 V VANADYUM 50.942	24 Cr KROM 51.996	25 Mn MANGANEZ 54.938
5	37 Rb RUBİDYUM 85.468	38 Sr STRONTİYUM 87.62	39 Y İTRİYUM 88.906	40 Zr ZİRKONYUM 91.224	41 Nb NİOBİYUM 92.906	42 Mo MOLİBDEN 95.95	43 Tc TEKNETUM (98)
6	55 Cs SEZYUM 132.91	56 Ba BARYUM 137.33	57–71	72 Hf HAFNİYUM 178.49	73 Ta TANTAL 180.95	74 W TUNGSTEN 183.84	75 Re RENYUM 186.21
7	87 Fr FRANCIUM (223)	88 Ra RADYUM (226)	89–103	104 Rf RUTHERFORDİYUM (267)	105 Db DUBNİYUM (268)	106 Sg SEAMORGİYUM (269)	107 Bh BOHRİYUM (270)
				57 La LANTAN 138.91	58 Ce SERYUM 140.12	59 Pr PREZODYUM 140.91	60 Nd NEODİMİYUM 144.24
				89 Ac AKTİNYUM (227)	90 Th TORYUM 232.04	91 Pa PROTAKTİNYUM 231.04	92 U URANYUM 238.03

Elementleri düzenleme
Tabloda soldan sağa okunduğunda atomların numarası yükselir. Metaller tablonun solunda, ametaller sağındadır.

İZOTOPLAR

Bir elementin izotoplarının aynı sayıda protonu vardır ama nötron sayıları farklıdır, dolayısıyla atom kütleleri de farklıdır. Örneğin karbon izotopları doğal olarak 6, 7 ya da 8 nötronlu var olur. İzotoplar kimyasal olarak aynı şekilde tepkir ama başka bakımlardan farklı davranır - örneğin bazıları radyoaktiftir.



KARBON-12
6 nötron + 6 proton = 12



KARBON-13
7 nötron + 6 proton = 13



KARBON-14
8 nötron + 6 proton = 14



ANAHTAR

Hidrojen - tepkin bir gaz

TEPKİN METALLER

Alkali metaller - yumuşak, çok tepkin metaller
Toprak alkali metal - orta derecede tepkin metaller

GEÇİŞ ELEMENTLERİ

Geçiş metalleri - birçoğu değerli özelliklere sahip değişik bir metal grubu

ESASEN AMETALLER

Metaloitler - metal ile ametal arası özelliklere sahip elementler
Diğer metaller - büyük ölçüde erime noktası düşük ve görece yumuşak metaller
Karbon ve diğer ametaller
Halojenler - çok tepkin ametaller
Asal gazlar - renksiz, tepkisiz gazlar

NADİR TOPRAK METALLERİ

Bu tepkin metallere lantanit ve aktinit de denilir - bazıları enderdir ya da sentetiktir

Periyotlar, gruplar ve bloklar

Bir sıradaki ya da periyottaki bütün elementlerin aynı sayıda elektron orbitalleri vardır (bkz. s. 25). Periyodik tabloda grup olarak bilinen sütunlar, dış kabuklarında aynı sayıda elektron bulunan ve bu nedenle benzer şekilde tepkiyen elementler içerir. Dört ana blok (bkz. solda), büyük ölçüde sert ve parlak metal olan geçiş elementleri gibi benzer özelliklere sahip elementleri gruplandırır. Hidrojenin ayrı özellikleri vardır, bu yüzden kendi başına bir gruptur.

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
										2 4.0026 He HELYUM
					5 10.81 B BOR	6 12.011 C KARBON	7 14.007 N NİTROJEN	8 15.999 O OKSİJEN	9 18.998 F FLOR	10 20.180 Ne NEON
					13 26.982 Al ALÜMİNYUM	14 28.085 Si SİLİSYUM	15 30.974 P FOSFOR	16 32.06 S KÜKÜRT	17 35.45 Cl KLOR	18 39.948 Ar ARGON
26 55.845 Fe DEMİR	27 58.933 Co KOBALT	28 58.693 Ni NİKEL	29 63.546 Cu BAKIR	30 65.38 Zn ÇİNKO	31 69.723 Ga GALYUM	32 72.63 Ge GERMANYUM	33 74.922 As ARSENİK	34 78.97 Se SELENYUM	35 79.904 Br BROM	36 83.80 Kr KRİPTON
44 101.07 Ru RUTENYUM	45 102.91 Rh RODYUM	46 106.42 Pd PALLADYUM	47 107.87 Ag GÜMÜŞ	48 112.41 Cd KADMİYUM	49 114.82 In İNDİYUM	50 118.71 Sn KALAY	51 121.76 Sb ANTİMON	52 127.60 Te TELLÜR	53 126.90 I İYODİN	54 131.29 Xe KSENON
76 190.23 Os OSMİYUM	77 192.22 Ir İRİDYUM	78 195.08 Pt PLATİN	79 196.97 Au ALTIN	80 200.59 Hg CIVA	81 204.38 Tl TALYUM	82 207.2 Pb KURŞUN	83 208.98 Bi BİZMUT	84 (209) Po POLONYUM	85 (210) At ASTATİN	86 (222) Rn RADON
108 (277) Hs HASSİYUM	109 (278) Mt MEİTNERİYUM	110 (281) Ds DARMSTADTYUM	111 (282) Rg RÖNTGENYUM	112 (285) Cn KOPERNİSİYUM	113 (286) Nh NİHONİYUM	114 (289) Fl FLEROVİYUM	115 (289) Mc MOSKOVYUM	116 (293) Lv LİVERMORYUM	117 (294) Ts TENNESSİN	118 (294) Og OGANESSON

61 (145) Pm PROMETYUM	62 150.36 Sm SAMARYUM	63 151.96 Eu EVROPYUM	64 157.25 Gd GADOLİNYUM	65 158.93 Tb TERBİYUM	66 162.50 Dy DİSPORSİYUM	67 164.93 Ho HOLMİYUM	68 167.26 Er ERBİYUM	69 168.93 Tm TULYUM	70 173.05 Yb İTERBİYUM	71 174.97 Lu LUTETYUM
93 (237) Np NEPTÜMYUM	94 (244) Pu PLÜTONYUM	95 (243) Am AMERİKYUM	96 (247) Cm KURİYUM	97 (247) Bk BERKELYUM	98 (251) Cf KALİFORNİYUM	99 (252) Es AYNŞTAYNYUM	100 (257) Fm FERMİYUM	101 (258) Md MENEDELVYUM	102 (259) No NOBELYUM	103 (262) Lr LAVRENSİYUM

Radyoaktivite

Radyoaktif maddelerin enerji ya da radyasyon salan kararsız çekirdekleri vardır. Radyoaktivite çoğu kez tehlikeli sanılır ve yanlış kullanılırsa gerçekten tehlikeli olabilir. Bununla birlikte, çevreyi kirleten fosil yakıtlara bağımlılığımızı da azaltabilir.

Radyasyon nedir?

Radyasyon, diğer atomlarda elektron azaltabilen parçacık ya da enerji dalgaları akımlarından oluşur. Büyük miktarda radyasyon hücredeki DNA'ya zarar verebilir. Ayrıca vücutta yine hücrelere zarar verebilen tepkin serbest radikaller yaratabilir.

Radyasyon tipleri
Bir alfa parçacığı iki nötron ve iki protondan (bir helyum çekirdeği) oluşur. Bir beta parçacığı bir elektron ya da pozitrondur. Gama ışınları yüksek enerjili elektromanyetik dalgalardır.



RADYOAKTİF ATOM



Nükleer enerji

Atomlar parçalanınca ya da kaynaştırılınca, enerji salınır – nükleer enerji. Bu enerji ısı biçimindedir ve tıpkı fosil yakıtlı elektrik jeneratörlerinde olduğu gibi, suyu kaynatıp bir tribünü çalıştırmak için kullanılabilir (bkz. s. 84).

Kararsız uranyum çekirdeği ikiye bölünür

Çekirdek bölününce büyük miktarda ısı enerjisi salınır

Nötron

Uranyum atomunun çekirdeği

Fisyon tepkimeleri
Fisyon tepkimelerinde atom çekirdekleri parçalanıp enerji salar. Nükleer santrallerde bu süreç, bir zincirleme tepkime sızıntısını önlemek için dikkatli bir biçimde kontrol edilir.

Daha fazla uranyum çekirdeğine nötron çarpar ve daha fazla Fisyon tepkimesi başlar

Nükleer malzemeye ateşlenen yüksek enerjili nötron

1 Nötron atom çekirdeğine çarpar Radyoaktif madde (en yaygını uranyum) nötron bombardımanına tutulur; bazı nötronlar bir atomun çekirdeğine çarpar ve kararsızlaştırır.

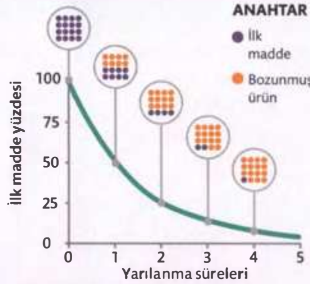
2 Çekirdek Kararsız çekirdek ikiye bölünür. Bu fisyon büyük miktarda enerji ve daha fazla nötron salar.

3 Zincirleme tepkime Salınan ek nötronlar diğer atomlara çarpar; o atomlar da bölünüp daha fazla nötron salarak zincirleme bir tepkime başlatır.



YARILANMA SÜRESİ VE BOZUNUM

Radyoaktif bir maddenin yarılanma süresi, ilk maddenin yarı miktarının bozunumu için geçen zamandır. Bazı maddeler çok hızlı bozunur ama bazılarının bozunumu milyonlarca yıl alır. Örneğin fisyon reaktörlerinde kullanılan uranyum-235'in yaklaşık 704 milyon yıllık bir yarılanma süresi vardır; bu yüzden nükleer atıktan kurtulmak sorunludur.



NÜKLEER FÜZYON GÜVENLİ MİDİR?

Bir füzyon reaktöründe erime riski yoktur (fisyon reaktöründen farklı olarak); çünkü bir arıza plazmayı soğutup, tepkimeyi durdurur.

Yayılan fazla nötron

Çekirdekler yüksek hızda çarpışır

Döteryum çekirdeği, fazladan bir nötronlu hidrojen çekirdeğidir

Çekirdekler kaynaşınca salınan enerji

Füzyon tepkimesinden oluşan helyum çekirdeği

HELYUM

Füzyon tepkimeleri
Füzyon tepkimelerinde ayrı atom çekirdekleri, tek bir büyük çekirdekte kaynaşır. Bu süreç büyük miktarda enerji salar; güneş ve diğer yıldızlar bu şekilde ısı ve ışık üretir (bkz. s. 193).

Trityum çekirdeği, fazladan iki nötronlu bir hidrojen çekirdeğidir

1 Çekirdekler ısıtılır
Trityum ve döteryum çekirdekleri yüksek sıcaklıkta ısıtılıp bir plazma oluşturulur ve doğal itme kuvvetlerinin üstesinden gelmeye yetecek kadar enerji verilir.

2 Çekirdekler kaynaşır
Yüksek enerjili döteryum ve trityum çekirdekleri çarpışır. Çarpışma iki çekirdeği kaynaştırır.

3 Enerji salınır
İki çekirdeğin kaynaması bir helyum çekirdeği üretir ve büyük miktarda enerji salar. Fazla nötron da yayılır.

Karışımlar ve bileşikler

Farklı maddeler karıştırılınca, iki şeyden biri gerçekleşebilir. Tepkimeye girip yeni bir madde –bileşik– oluşturabilirler ya da bireysel madde olarak kalıp birbirine karışabilirler.



Bileşikler

Bileşikler, iki ya da daha fazla elementin kimyasal olarak birbirine bağlanmış atomlarını içerir. Bir bileşiğin özellikleri, onu oluşturan elementlerin özelliklerinden çok farklı olabilir; örneğin hidrojen ve oksijen gazdır ama birleşip sıvı suyu oluştururlar.

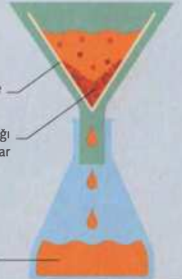
Farklı elementlerin atomları arasındaki kimyasal bağ

Karışımlar

Birçok madde karıştırılınca tepkimeye girmez ama tuz ile kumun karışımı gibi, kimyasal olarak aynı kalır. Maddeler bireysel atom, bir elementin molekülleri ya da birden fazla elementli moleküller (bileşikler) olabilir.

Bir maddenin parçacığı

Farklı maddenin parçacığı



Karışımları ayırma

Bileşenleri kimyasal olarak birbirine bağlı olmadığı için karışımlar fiziksel yöntemlerle ayrılabilir. Uygun ayırma yöntemleri karışımın tipine bağlıdır. Örneğin, yalnızca bir bileşenin çözündüğü karışımlar filtrelemeyle ayrılabilir. Diğer karışım tipleri, kromatografi, damıtma ya da santrifüjleme gibi daha karmaşık yöntemler gerektirir.

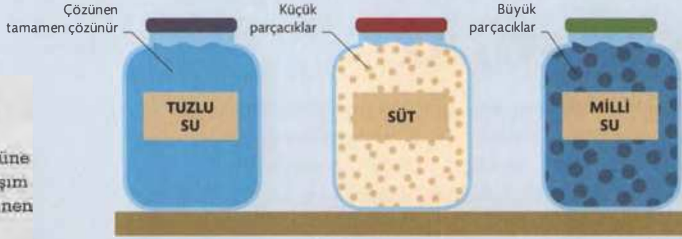
Filtreleme

Filtreler çok küçük ya da çözünür parçacıkların geçmesine izin verir ama büyük ya da çözünmez parçacıkları tutar. Bir tuz çözeltisi filtreden geçer ama karışımdaki kum filtreye yakalanır.



Karışım tipleri

Bireysel bileşenlerinin çözünürlüğüne ve parçacıkların büyüklüğüne göre değişen farklı karışım tipleri vardır. Suda çözünen şeker gibi bir madde çözününce çözeltiler oluşur (bkz. s. 62-63). Asıltılarda ve süspansiyonlarda bileşen parçacıklar çözünmez, birbirinin içine dağılır.



Gerçek çözeltiler
Suda çözünen tuz gibi gerçek çözeltilerde bütün bileşenler maddenin aynı halindedirler – burada örnekte sıvı halinde.

Asıltılar
Bir asıltıda karışıma eşit dağılmış küçük parçacıklar vardır. Parçacıklar görünmeyecek kadar küçüktür ve çökelmezler.

Süspansiyonlar
Süspansiyonlar toz zerresi büyüklüğünde dağınık parçacıklar içerir. Çıplak gözle görünürler ve çökelirler.

Kâğıt filtre
Bireysel pigmentler kâğıt filtreye doğru farklı uzaklıklara gider
Mürekkep lekesi (pigment karışımı)
Solvent
Termometre
Bir sıvı kaynayıp buharlaşır
Sıvıların karışımı
SOĞUK SU ÇIKIŞI
SOĞUK SU GİRİŞİ
Soğuyan buhar yoğunlaşıp sıvıya dönüşür
Saf sıvı
Daha yoğun parçacıklar tabakası
Daha az yoğun parçacıklar tabakası
Santrifüjün dönüşü
Motor

Kromatografi
Bir karışımın bileşenleri kromatografiyle ayrılabilir. Bireysel bileşenler, solvent tarafından kâğıt filtreye doğru farklı uzaklıklara taşınır.

Damıtma
Kaynama noktaları farklı sıvıların karışımı damıtma kullanılarak ayrılabilir. Karışım ısıtılınca, bileşenler birer birer kaynayıp buharlaşır. Buharlaşınca, her bileşen tekrar yoğunlaştırılıp sıvıya dönüştürülür.

Santrifüjleme
Farklı yoğunlukta parçacıkların ya da bir sıvıda asılı parçacıkların karışımı, bir santrifüjde döndürülerek ayrılabilir. Daha yoğun ya da asılı parçacıklar alt tabakaları oluşturur.

Moleküller ve iyonlar

Bir molekül birbirine bağlı iki ya da daha fazla atomdan oluşur. Atomlar aynı elementin ya da farklı elementlerin olabilir. Yüklü parçacıklar arasındaki kuvvetlerle bağlıdırlar – çekim, elektron aktarımıyla ya da paylaşımıyla yaratılır.



Kabuklar basitlik olsun diye yuvarlak çizilir ama fiili şekilleri daha karmaşıktır

Magnezyumun elektron kabukları
Bir magnezyum atomunun, dış kabuğunda yalnızca iki tane olmak üzere 12 elektronu vardır. Bu iki yalnız elektron magnezyumu tepkin yapar - kararlı olmak için ikisinden kolayca vazgeçer.

Elektron kabukları

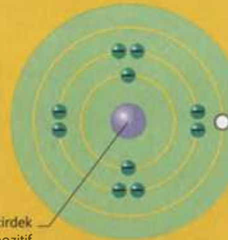
Elektronlar çekirdeklerin yörüngesinde, ayrı enerji düzeylerinde ya da kabuklarında dönerler. Her kabuk sabit bir maksimum sayıda elektron tutabilir. İlk kabuk ikiye kadar, ikinci ve üçüncü kabuklar sekize kadar elektron içerebilir. Atomlar enerji bakımından en kararlı elektron dizilişini arar; bu, çoğu kez, dolu dış kabuklara sahip olma anlamına gelir.

İyon nedir?

Atomlar elektriksel olarak nötrdür – çekirdeklerindeki protonların pozitif yükü, elektronların negatif yüküyle dengelenir. Atomlar çoğu kez kararlı elektron düzenine ulaşma çabasıyla bütün bir elektrik yükü edinir – iyon olarak bilinen yüklü bir atom (ya da yüklü bir molekül). Bazı atomlar dış kabuklarındaki bir ya da iki boşluğu doldurmak için elektron kazanarak iyonlaşır. Bazıları için –örneğin sodyum gibi grup 1 (alkali) metaller (bkz. s. 34)– birkaç dış elektrondan vazgeçmek daha iyidir. Her iki durumda da atom yük kazanır; çünkü artık eşit sayıda elektronları ve protonları yoktur.

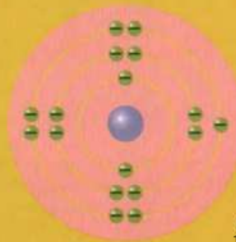


SODYUM ATOMU: Na

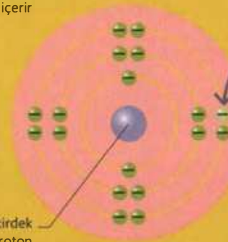


SODYUM İYONU: Na^+

Sodyum iyonu
Sodyum -grup 1 metali- tek dış elektronunu kolayca bağışlar; elektronundan bir fazla protonu kalır ve pozitif yüklü bir iyonaya da katyona dönüşür. Na^+ şeklinde yazılır.



KLOR ATOMU: Cl



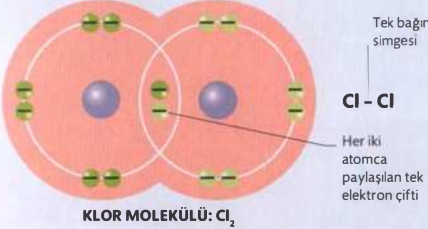
KLOR İYONU: Cl^-

Klor iyonu
Klorun en dışta yedi elektronu vardır; bu yüzden dolu bir dış kabuk yaratmak için bir tane elektron daha keyifle kabul eder. Bu fazladan negatif yük atomu negatif bir iyona ya da anyona dönüştürür; Cl^- şeklinde yazılır.

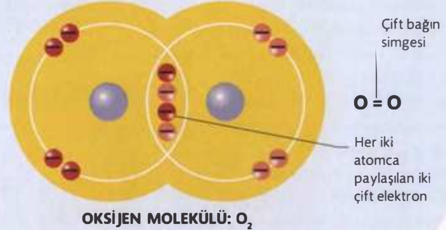


Elektron paylaşma

Bazı atom çiftleri için elektronlarını kararlılaştırmanın en kolay yolu paylaşmaktır. Elektron paylaşan atomlar kovalent bağ olarak bilinen kuvvetlerce birbirine bağlanır. Bu bağlar aynı elementin ya da periyodik tabloda birbirine yakın iki farklı elementin iki atomu arasında ortaktır.



KLOR MOLEKÜLÜ: Cl_2



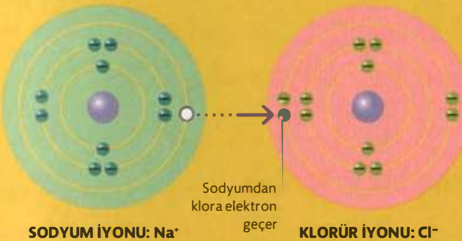
OKSİJEN MOLEKÜLÜ: O_2

Tek bağ
Klorun yedi dış elektronu vardır; bu yüzden atom çiftleri, dolu dış kabuğa ulaşmak için birer elektronu paylaşır. Bu tek bağlar Cl_2 moleküllerini oluşturur.

Çift bağ
Oksijenin en dışta yalnızca altı elektronu vardır; bu yüzden kararlı olmak için iki çift elektron paylaşmalıdır. Bu iki çift elektron paylaşımı, çift bağ olarak bilinir.

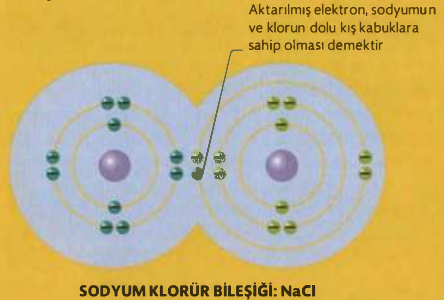
Elektron aktarma

Bir ya da birkaç dış elektronlu bir atom, dış kabuğunda boşluklar olan bir atomla karşılaştığında, dış elektronunu (ya da elektronlarını) bağışlayıp pozitif ve negatif iyonlar oluşturur. Farklı yükler birbirini çektiği için, bu iki iyon elektrostatik olarak bağlanıp, bir iyon bileşiği oluşturur.



SODYUM İYONU: Na^+

KLORÜR İYONU: Cl^-



SODYUM KLORÜR BİLEŞİĞİ: NaCl

1 Elektron aktarımı
Sodyumun dış elektronu klora geçip, her iki atomda dolu dış kabuk üretir ve ikisini iyonlaştırıp bir sodyum katyonu ile bir klor anyonu oluşturur. Diğer atom çiftlerinde iki, üç ya da daha fazla elektron taşınabilir.

2 İyonik bağ oluşur
Katyon ve anyon birbirini çekip sodyum klorür denilen bir bileşik (tuz) oluşturur. Elektrik yükleri dengelidir, bu yüzden bileşir nötrdür. İyonik bileşikler bağlanmaya devam edip dev örgüler, çoğu kez kristal oluşturma eğilimindedir (bkz. s. 60).

Tepkime

Kimyasal tepkimeler, atom bağlarını kopararak ve yeni bağlar yaratarak maddeleri değiştiren süreçlerdir. Bu tepkimelerin birçoğu vücutlarımızda gerçekleşir ve hayatta kalmamız için yaşamsaldır.

SOFRA TUZU NASIL YAPILIR?

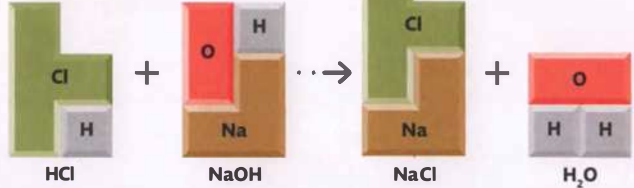
Sofra tuzu sodyum ile klor karıştırılarak yaratılabilir. Bu karışım, sodyum klorür bileşiğini (sofra tuzu olarak da bilinir) oluşturan kimyasal bir tepkimeye neden olur.

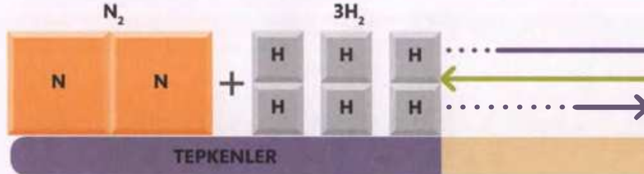
Tepkime nedir?

Kimyasallar tepkiyince, atomları yeniden düzenlenir. Bu atomlar lego parçaları gibidir – farklı biçimlerde birbirlerine geçerler ama parçaların tipi ve sayısı aynı kalır. Atomların tam olarak nasıl yeniden düzenleneceği, neyle tepkimeye girdiklerine bağlıdır. Birlikte tepkimeye giren maddelere tepken, oluşturdukları yeni maddelere ürün denilir.

Tekyönlü tepkimeler

Pek çok tepkime tekyönlüdür, yani yalnızca tek yönlü gerçekleşir - hidroklorik asit (HCl) sodyum hidroksitle (NaOH) karıştırılıp sodyum klorür (NaCl) ve su (H_2O) yaratıldığında olduğu gibi.





Dinamik denge

Tersinir tepkimelerde tepkime, tepkenler karıştırılıp ürün oluşturulunca (bu örnekte amonyak) başlar. Ama bir süre sonra, bir şey eklenmez ya da çıkarılmazsa, ürün miktarının artması durur. Bu noktada tepkimeler her iki yönde hâlâ gerçekleşir ama birbirini dengeler. Bu, dinamik denge olarak bilinir.

Tepkimeler birbirini dengeler



Basınç artışı
Bu, tepkimeyi, daha az gaz molekülleri içerdikleri için ürünlere doğru kaydırır.

Sıcaklık artışı
Bu, tepkimeyi, ısıda yer aldıkları için tepkenlere doğru eğer.

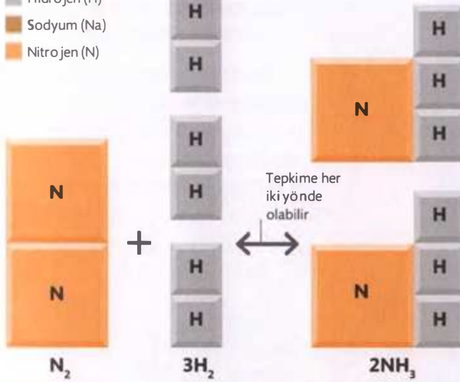
Tepken yoğunluğu artışı
Bu, tepken artışına karşı koymak için daha fazla ürün oluşumuna yol açar.

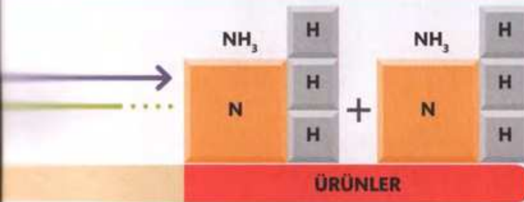


ANAHTAR

- Oksijen (O)
- Klor (Cl)
- Hidrojen (H)
- Sodyum (Na)
- Nitrojen (N)

Tersinir tepkimeler
Bazı tepkimelerde tepkenler, üründen yeniden oluşturulabilir – nitrojen (azot) (N_2) ve hidrojenden (H_2) amonyak (NH_3) yaratılmasında olduğu gibi.

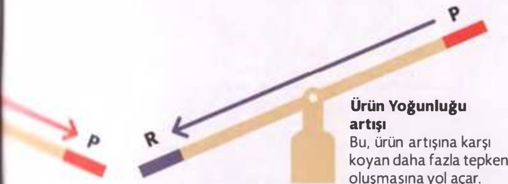




Dengeyi bozma
Tepkimeler dengeliyken bir şeyi değiştirirseniz, değişikliğe karşı koymak için denge değişir. Aşağıdaki dört örnek, amonyak üretimi sırasında dört farklı faktör değişince olanları gösterir.



KİMYASAL TEPKİMELER 37,2 TRİLYON HÜCREMİZDE DURMADAN GERÇEKLEŞİYOR



Ürün Yoğunluğu artışı
Bu, ürün artışına karşı koyan daha fazla tepken oluşmasına yol açar.

Yaygın tepkime tipleri

Kimyasal tepkimeler, birkaç kategoriye ayrılabilir. Bazıları molekül birleşmesini gerektirirken, bazıları karmaşık molekülleri daha sade moleküllere ayırır. Bazı tepkimelerde de atomlar konum değiştirip farklı moleküller yaratır. Yanma (bkz. s. 54-55), oksijen başka bir maddeyle tepkimeye girip alev alacak kadar ısı ve ışık yaratınca gerçekleşen bir tepkime tipidir.

Tepkime tipi	Tanım	Denklem
Sentez	İki ya da daha fazla element ya da bileşik birleşip, daha karmaşık bir madde oluşturur	A + B → AB
Bozunma	Bileşikler daha yalın maddelere ayrılır	AB → A + B
Tekyer değiştirme	Bir bileşikte bir element başka birinin yerini alınca gerçekleşir	AB + C → AC + B
Çiftyer değiştirme	İki farklı bileşikte farklı atomlar yer değiştirince gerçekleşir	AB + CD → AC + BD

HAVAİ FİŞEK

Havai fişek atılınca, hızlı bir kimyasal tepkime gerçekleşir ve renkli kıvılcımlar şeklinde patlayan gaz salar. Renkler, kullanılan metal tipine bağlıdır. Örneğin stronsiyum karbonat kırmızı havai fişek üretir.



Tepkimeler ve enerji

Tepkimeler, söz konusu atomların bağlarını koparmayı ve yeniden oluşturmayı başlatmaya yetecek kadar enerjisi varsa gerçekleşebilir. Çok tepkin maddelerin tepkimeleri başlatmak için fazladan enerjiye çok az ihtiyaçları vardır ama bazılarını, bağları güçlü olduğu için, çok yüksek sıcaklıklarda ısıtmak gerekir.

BİR TEPKİME KONTROL-DEN ÇIKABİLİR Mİ?

Kontrolsüz bırakılırsa, ekzotermik tepkimelerin hızı, sıcaklık yükselirken tehlikeli ölçüde artabilir. Bu, 1984'te Hindistan'ın Bhopal kentinde olduğu gibi, zehirli kimyasal salan patlamalara neden olabilir.

Aktivasyon enerjisi

Bir tepkime başlatmak için enerji katmak gerekir ve buna aktivasyon enerjisi denilir. Süreç, bir kayakçının diğer tarafından kaymak için çıkmak zorunda olduğu bir tepeye benzer. Bazı tepkimeler tepkenler birleşir birleşmez başlar. Bu tepkimelerin aktivasyon enerjisi düşüktür – güçlü bir asit ile bir alkalinin tepkimesi gibi.

Kayakçı tepenin üstüne çıkınca, aşağı kayabilir; benzer şekilde tepkenlerin artık tepkimeye girip, enerji veren ürünler oluşturmaya yetecek kadar enerjisi vardır

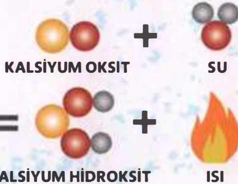
Tepeye tırmanan kayakçı, bir tepkimeyi başlatmak için ihtiyaç duyulan aktivasyon enerjisine benzer

ENERJİ

AKTİVASYON ENERJİSİ

SALINAN ENERJİ

Salınan ya da emilen enerji
Dışarı verilen enerji içeri alınandan fazlaysa, ürünlerin tepkenlerden daha az enerjisi olur ve tepkime ekzotermiktir. İçeri alınan enerji dışarı verilenden fazlaysa, tepkenlerin ürünlerden daha az enerjisi olur ve tepkimi endotermiktir.



Net enerji salımı
Kalsiyum oksidi suyla karıştırmak, ekzotermik bir tepkime örneğidir; çünkü tepkime sırasında emilenden daha fazla enerji salınır (ısı biçiminde). Bu yüzden tepkimenin sonucu net enerji salımıdır.

Kayakçının bu kez daha büyük bir tepeye tırmanması gerekir - daha yüksek aktivasyon enerjisini temsilen

EKZOTERMİK TEPKİME



ŞERBET

Şerbetteki sitrik asit ve sodyum bikarbonatla tükürük temas edince, çözünüp tepkimeye girer ve şerbeti gazlı hale getiren karbondioksit kabarcıkları üretir. Tepkime ısıyı emdiği için, çözünük şerbet karışımı dilde daha serin hissedilir.





Kayakçı, tırmandığı tepeden daha kısa bir yamaçtan aşağı iniyor; benzer şekilde, başlangıçta içeri verilen aktivasyon enerjisinden daha az enerji salınır

SEZYUM O KADAR TEPKİNDİR Kİ, SUYLA TEMAS EDİNCE **ALEV ALIR**



AKTİVASYON ENERJİSİ

EMİLEN ENERJİ



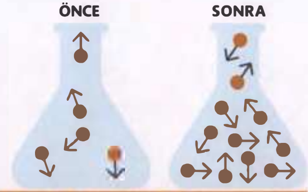
Net enerji emilimi
Kalsiyum karbonatı ısıtmak, endotermik tepkimenin bir örneğidir; çünkü tepkime sırasında emilen enerji salınan enerjiden fazladır. Bu yüzden tepkimenin sonucu net enerji emilimidir.

ENDOTERMİK TEPKİME

Tepkime hızları

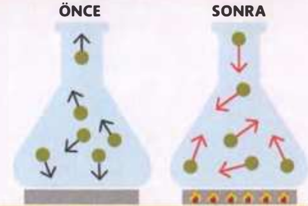
Tepkimeler, tepkenlerin atomları yeterli enerjiyle çarpışınca gerçekleşebilir. Tepkenlerin yüzey alanını, yoğunluğunu ya da sıcaklığını artırmak ya da kabın hacmini küçültmek çarpışmaların sayısını artırır ve tepkime hızını yükseltir.

Yoğunluğu artırma
Daha fazla tepken atomlar arasında daha fazla çarpışmaya yol açar; bu yüzden tepkime hızı yükselir.



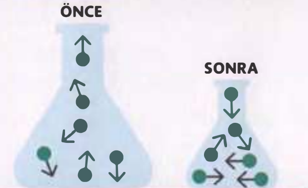
GAZLAR VE SIVILAR

Sıcaklığı artırma
Bu, atomların daha hızla hareket etmesine, daha fazla enerjiyle ve daha sık çarpışmasına neden olur.



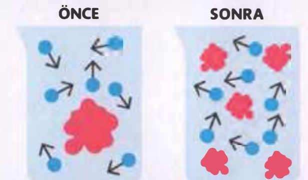
GAZLAR, SIVILAR VE KATILAR

Hacmi azaltma
Daha küçük bir kapta atomlar sıkışır ve sıkışıklık, daha sık çarpışmalarına neden olur.



YALNIZCA GAZLAR

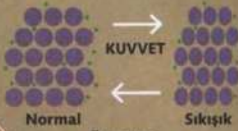
Tepkenin yüzey alanını artırma
Çarpışmalar katıların yalnızca yüzeyinde gerçekleşir; yüzey alanını artırmak tepkime hızını artırır.



YALNIZCA KATILAR

GÜÇLÜ

Pek çok metal görece güçlü hatta serttir. Kuvvet uygulandıktan sonra, atomları önceki konumlarına dönmeden önce biraz sıkışır.



Örnekler
- Çelik
- Tungsten
- Titanyum



YOĞUN

Pek çok metalde atomlar, serbest elektron ile pozitif iyonlar arasındaki güçlü çekimden ötürü sıkıca paketlidir. Bu durum onları büyüklüklerine göre yoğun ve ağır yapar.

Örnekler
- Osmiyum
- Platin
- Plütonyum

Elektron denizi atomlarla birlikte hareket edince atomlar kolayca yeniden dizilebili ve bu durum metalleri sünek yapar – örneğin bir metalin gerdirilip tele dönüştürülmesi için bağların koparılması gerekmez.

Tabakalar birbirinin üzerine kayar

KUVVET

ISI İLETKEN

Bir metalin bir tarafında ısıtılan elektronlar serbestçe diğer tarafa geçip diğer maddelerde olduğu gibi ısıyı atomdan atoma geçtiğinden daha hızlı iletir.

Örnekler
- Bakır
- Alüminyum
- Pirinç

Elektron

Metalle taşınan ısı

İyon

Serbest elektron

Metallerin yapısı

Her atomun en dışındaki elektronlar serbesttir; bu yüzden iyonların arasında ve etrafında hareket edebilirler. Metallere eşsiz özelliklerini veren budur.

Metallerde elektronlar ve iyonlar bağlarını koparmadan hareket eder; bu yüzden çekiçle dövülüp şekillendirilebilirler.

Bir kuvvet uygulandığında atomlar birbirinin üstüne devrilip yeni konumlar alır

KUVVET

ELEKTRİK İLETKEN

Bir metaldeki elektronlar hareket edip elektrik yükü taşıyarak metalleri iyi elektrik iletkeni haline getirebilir. Bununla birlikte, bakır ve gümüş gibi bazı metaller diğerlerinden daha iyi iletkendir.

Elektron

Elektrik yükü akışı

Örnekler
- Gümüş
- Bakır
- Altın



YÜKSEK ERİME VE KAYNAMA NOKTALARI

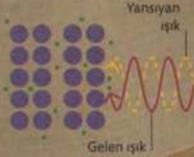
Bir metali eritmek için, negatif elektron denizi ile pozitif metal iyonları arasındaki güçlü çekim kuvvetlerinin üstesinden gelmek gerekir. Bu, ısı biçiminde epeyce enerji alır.

Örnekler
- Tungsten
- Renyum
- Osmiyum

PARLAK

Bir metalin her kenarında yörüngede dönen çok sayıda elektron vardır. Işık bunlarla karşılaşınca emilir ve ardından geri verilir; bu durum metallere parlak bir ışıltı kazandırır.

Örnekler
- Rodyum
- Alüminyum
- Gümüş



Temel özellikler

Metallerin özellikleri onları bir dizi kullanım için yararlı yapar – iletken bakır tellerden ve tavalardan tepkin olmayan ve kolayca şekillenen altın ve platin mücevherlere kadar.



SÜNEK

Örnekler
- Platin
- Gümüş
- Demir

Örnekler
- Platin
- Gümüş
- Demir

DÖVÜLGEN

Metaller

Metaller dünyada doğal olarak bulunan elementlerin dörtte üçünden fazlasını oluşturur, görünüş ve davranış bakımından büyük farklılık gösterirler.

Metallerin özellikleri

Metaller kristalindir; bu yüzden sert, parlak, iyi elektrik ve ısı iletkeni olma eğilimindedirler. Yoğundurlar, erime ve kaynama noktaları yüksektir ama çeşitli yöntemlerle kolayca şekil verilebilir. Ama bazı metaller genel eğilimin tersi özellikler gösterir. Cıva, dış elektronları çok kararlı oldukları için oda sıcaklığında sıvıdır, bu yüzden diğer atomlara bağlanma eğiliminde değildir.

PAS

Birçok metal, özellikle grup 1 metalleri (bkz. s. 34-35), fazla tepkindir. Pek çok metal oksijenle birleşince oksit oluşturur. Örneğin demir, havadaki ya da sudaki oksijene maruz kalınca, pas olarak da bilinen demir oksit oluşturur.



Alaşımlar

Pek çok saf metal pratikte kullanılamayacak kadar yumuşak, gevrek ya da tepkindir. Metalleri ametallerle birleştirmek ya da karıştırmak, çoğu kez daha iyi özelliklere sahip alaşımları oluşturur. Değişik metal oranları ve tipleri, alaşımın özelliklerini değiştirir. Çelik –demir, karbon ve diğer elementlerin karışımı– yaygın bir alaşımdır. Daha fazla karbon eklemek çeliği daha fazla sertleştirir, inşaat için daha iyi hale getirir. Krom eklemek, aşınmaya dirençli paslanmaz çelik yaratır. Araba parçası ya da matkap gibi eşyalarda kullanıma uygun ısı direncini, dayanıklılığı ya da sertliği artırmak için başka elementler de eklenebilir.

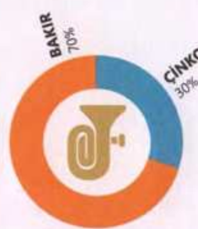
BİR OLİMPİYAT ALTIN MADALYASI GERÇEKTEN ALTIN MIDIR?

Bir altın madalyanın yalnızca yüzde 92,5'i altındır. Son som altından Olimpiyat altın madalyası 1912'de verildi.

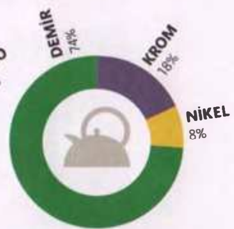
Alaşım bileşimi
Bakır iki yaygın alaşım oluşturur: tunç (sertliğini artırmak için kalay eklenir) ve pirinç (çinko alaşımın sünekliğini ve dayanıklılığını iyileştirir). Başka bir yaygın alaşım olan paslanmaz çeliğin değişik bileşimleri vardır.



TUNÇ



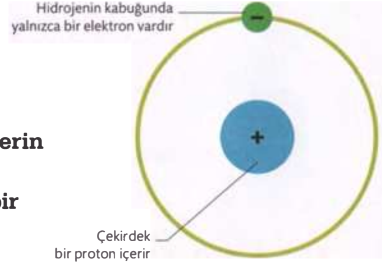
PİRİNÇ



TİPİK PASLANMAZ ÇELİK

Hidrojen

Görünür evrenin yüzde 90'ının hidrojen elementinden oluştuğu düşünülüyor. Esas olarak suyun ve hidrokarbonlar denilen organik bileşiklerin oluşumunda yer aldığı için, dünyadaki yaşam açısından vazgeçilmezdir. Hidrojenin gelecekte bir temiz enerji kaynağı olma potansiyeli de vardır.



Hidrojen nedir?

Hidrojen yıldızların ve Jüpiter, Satürn, Neptün ve Uranüs gezegenlerinin ana bileşenidir. Dünyada, standart sıcaklıklarda ve basınçlarda renksiz, kokusuz ve tatsız bir gazdır. Çok yanıcı ve tepkindir; bu yüzden dünyada, esas olarak, oksijenle birleşip oluşturduğu su gibi moleküler formlarda vardır. Hidrojen ile karbon, birçok canlı şeyin temelini oluşturan ve hidrokarbon denilen milyonlarca organik bileşik oluşturur.

En basit element
Yalnızca bir proton ile bir elektrondan oluşan hidrojen periyodik tablodaki (bkz. s. 34-35) en küçük, en hafif ve en basit elementtir. Ama karmaşık biçimlerde tepkiyebilir, farklı tipte atom bağları oluşturabilir ve asitler ile bazlar arasında etkileşimlere olanak verir.

Bir yakıt pilinin içi
Elektronların katoda hareketiyle bir elektrik akımı üretilir.

Hidrojen yakıt piline girer ve pozitif yüklü hidrojen iyonlarına ve negatif yüklü elektronlara ayrılır

Negatif yüklü elektronlar dış devre boyunca katoda gidip, araba motoruna enerji sağlayan bir akım yaratır

Elektrolit

Anot

Katot

Oksijen içeren hava yakıt piline girer

Pozitif yüklü hidrojen iyonları elektrolitten katoda geçer

Hidrojen oksijenle karışıp egzozla dışarı verilen suyu oluşturur

Elektrik akımı

Fazla hidrojen yeniden kullanılır

Su egzozdan dışarı verilir

HİDROJEN TANKI

YAKIT İKMAL NOKTALARI

Bir arabanın hidrojen tankı, yaklaşık olarak beş dakikada yeniden doldurulabilir ve yakıt ikmal noktaları yaygınlaşıyor. Bununla birlikte, basınçlı büyük tanklar ve borular gerektirdiği için, şu anda taşınması zor bir yakıttır.

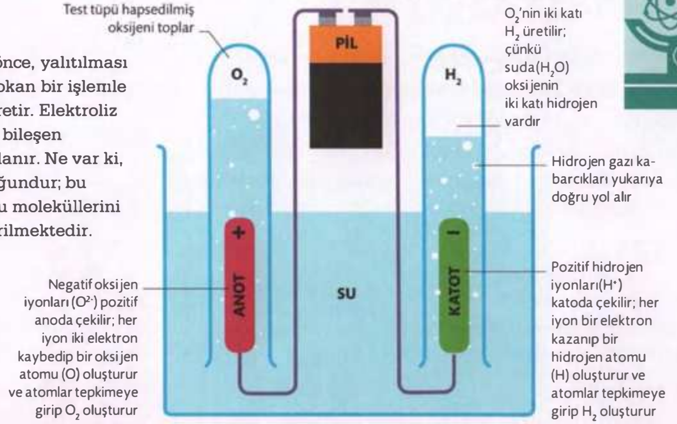
1 Yakıt pili ikmali
Hidrojen, aşırı ısıya ve basınca dayanabilen yüksek basınçlı tanklara sıkıştırılır. Gaz tanklardan yakıt pillerine aktarılır.



Hidrojeni kullanma

Hidrojeni yakıt olarak kullanmadan önce, yalıtılması gerekir. Buharı metanla tepkimeye sokan bir işlemle elde edilebilir ama bu, sera gazları üretir. Elektroliz denilen daha temiz bir yöntem, suyu bileşen atomlarına ayırmak için elektriği kullanır. Ne var ki, bu da çoğu kez verimsiz ve enerji-yoğundur; bu yüzden özel katalizörler kullanarak su moleküllerini ayırmak için başka yöntemler geliştirilmektedir.

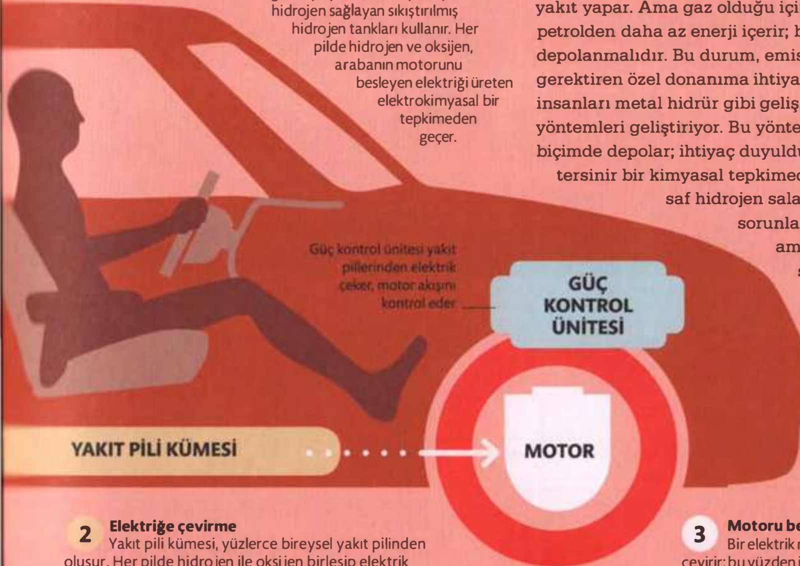
Elektroliz nasıl çalışır
Sudan akım geçirmek hidrojen ve oksijen atomlarının sırasıyla elektron kaybetmesine ve kazanmasına neden olur, atomları yüklü parçacıklara (iyon) dönüştürür. Bunlar anoda ve katoda gider, elektronlarıyla yeniden birleşir, tekrar hidrojen ve oksijen atomlarına dönüşür.



Geleceğin yakıtı
Hidrojenle çalışan arabalar, bir gövdeye yerleştirilen yakıt pillerine hidrojen sağlayan sıkıştırılmış hidrojen tankları kullanır. Her pilde hidrojen ve oksijen, arabanın motorunu besleyen elektriği üreten elektrokimyasal bir tepkimeden geçer.

Hidrojenle çalışan taşıtlar

Hidrojenin depolanmış enerjisi, onu petrole alternatif bir yakıt yapar. Ama gaz olduğu için, birim hacim başına petrolden daha az enerji içerir; bu yüzden basınç altında depolanmalıdır. Bu durum, emisyon üreten enerji gerektiren özel donanıma ihtiyaç doğuruyor. Bilim insanları metal hidrür gibi gelişmiş depolama ve taşıma yöntemleri geliştiriyor. Bu yöntemler hidrojeni katı biçimde depolar; ihtiyaç duyulduğunda katı hidrojen, tersinir bir kimyasal tepkimeden (bkz. s. 42-43) geçip saf hidrojen salar. Bu, depolama sorunlarının bir kısmını giderir ama bileşiğin ağırlığı gibi sorunlar da doğurur.



2 Elektriğe çevirme
Yakıt pili kümesi, yüzlerce bireysel yakıt pilinden oluşur. Her pilde hidrojen ile oksijen birleşip elektrik üretir. Bu işlem, petrolle çalışan bir arabadaki yanmadan çok daha verimlidir.

3 Motoru besleme
Bir elektrik motoru tekerlekleri doğrudan çevirir; bu yüzden içten yanmalı motorlardan daha sessizdir. Daha az enerjinin boşa harcanması, işlemi daha verimli kılmaktadır.

Karbon

Karbon elementi tün canlı şeylerin yüzde 20'sinin nedenidir ve atomları, bilimin bildiği en karmaşık moleküllerin yapı taşıdır. Başka hiçbir elementin aynı şekilde davranacak yapısal çok yönlülüğü yoktur.

"ORGANİK" NE DEMEKTİR?

Kimyasal anlamda "organik" madde karbon içerir. Terim genellikle, hidrokarbon denilen, bileşiminde karbon ve hidrojen bulunan bileşiklerle sınırlıdır.

Karbonu özel yapan nedir?

Karbon atomları başka atomlara bereketli bir biçimde bağlanıp inanılmaz çeşitlilikte molekül şekli oluşturur. Her karbon atomunun dış halkasında, dört güçlü bağ kurabilen dört elektronu vardır. Karbon atomları en sık hidrojen atomlarına ya da birbirine bağlanır – ama öteki elementler de karışımın parçası olabilir. Sonuç, birbiriyle bağlantılı bir karbon "iskelet" ile hidrojenden oluşan bir dış "deri" içeren moleküllerdir: Tek karbon atomlu metandan muazzam uzun zincirlere kadar.

Bir karbon atomunun çekirdeği her zaman altı pozitif yüklü proton içerir

Atomun en iç yörüngesinde iki elektron çekirdeğin etrafını sarar

Pek çok karbon atomu çekirdeğinde altı nötron barındırır; diğer ender karbon çeşitlerinin -izotop denilen- farklı sayıda nötronları vardır

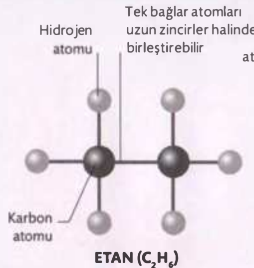
Her kovalent bağ iki ortak elektrondan oluşur - biri hidrojenden, diğeri karbonun dış yörüngesinden

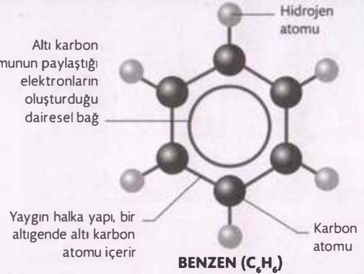
Hidrojen çekirdeği tek bir protondan ibarettir

Hidrojene bağlanan karbon
Karbon atomları komşularıyla kovalent bağlar oluşturur (bkz. s. 40-41). Yani, elektronlar sıkı bir bağlantıyla paylaşılır. Bir karbon atomu dört hidrojen atomuna bağlanıp bir metan molekülü meydana getirir.

ZİNCİRLER VE HALKALAR

Karbon ve diğer atom türlerinin birbirine bağlanıp molekül oluşturmalarının sayısız yolu vardır. Her şekil, kendine ait özellikleri olan eşsiz bir kimyasal bileşiktir. En kısa zincir, etan (C_2H_6) olarak bilinen iki karbonlu doğal gazdır. Yeterince uzun olduğunda, bir karbon atomları zincirinin uçları birbirine yaklaşıp bir halka oluşturabilir - ham petrolün sıvı bileşeni benzen (C_6H_6) gibi.



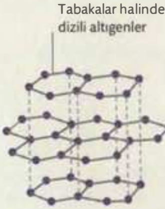




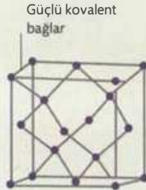
Karbon allotropları

En saf biçimleriyle bazı elementlerin atomları farklı biçimlerde birbirine bağlanıp allotrop denilen değişik fiziksel haller verebilir. Som karbonun üç ana allotropu vardır – grafitin katmanlı, pullu yapısı; aşırı sert elmas kristalleri ve içi boş fulleren "kafesi."

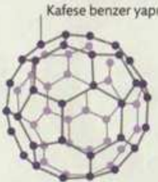
Grafit
Grafit pulludur; çünkü karbon atomları yapraklar halinde dizilidir, bu yüzden kayıp birbirlerini geçerler. Her atomun dört değil, üç tek bağı vardır; fazla elektron yaprakta dolaşır; bu durum, grafiti elektrik iletken yapar.



Elmas
Bir elmasta karbon atomları, her bir atomun diğer dört atoma bağlandığı üçboyutlu bir kristal şeklinde dizilidir. Bu durum bütün yapıyı güçlü ve çok sert yapar. Serbest elektron yoktur; bu yüzden grafitten farklı olarak elmas elektrik iletmez.



Fulleren
Fullerenlerin küre ya da tüp "kafes" şeklinde dizili atomları vardır. İçi boş olmalarına rağmen yapıları sert ve güçlüdür; eşsiz atom düzenlerinin, tenis raketlerinde grafiti güçlendirmek gibi birçok uygulama alanı vardır.





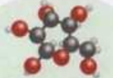
CULLINAN ELMASININ -DÜNYANIN EN BÜYÜK ELMASI- AĞIRLIĞI 621.35 GRAMDIR

Yaşamın yapı taşları

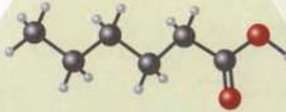
Karbon içeren en ayrıntılı moleküller, canlı şeylerin vücutlarındadır. Burada karbon atomları oksijen, nitrojen ve başka birkaç elementi kendi yapısında birleştirip biyokimyasalları –yaşam moleküllerini– oluşturur. Bunların çok büyük bölümü dört ana gruba ayrılır: Proteinler, karbonhidratlar, lipitler ve nükleik asitler. Bunların hepsi, metabolizma olarak bilinen karmaşık tepkimelerle oluşur.



Proteinler
Karbon içeren aminoasitler, protein denilen, kas gibi dokuları oluşturan ve hücrelerde tepkimeleri hızlandıran zincirler oluşturur.



Karbonhidratlar
Karbon karbonhidratların can alıcı bir parçasını oluşturur; en basit karbonhidrat, parçalanıp enerji salan şekerdir.



Lipitler
Katı ve sıvı yağlar -toplu olarak lipit denilen- yağ asitleri olarak bilinen, karbon, hidrojen ve oksijenden oluşan moleküller içerir. Birçoğu enerji deposu gibi çalışır.



Nükleik asitler
Nükleik asitler -DNA gibi- genetik bilgi taşıyan karmaşık moleküllerdir; nitrojen, fosfor ve karbondan oluşurlar.

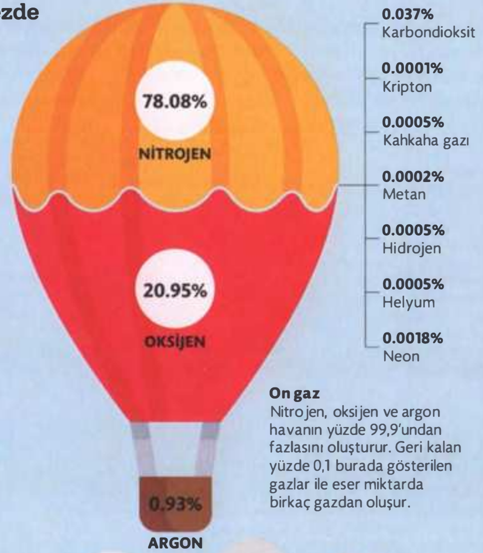
ANAHTAR
- Karbon
- Hidrojen
- Oksijen
- Nitrojen

Hava

Hava atmosferdeki gazların karışımıdır. Hayatta kalmak için yaşamsaldır; hayvanlara solunum için oksijen, bitkilere fotosentezde kullanmaları için karbondioksit sağlar. Ne var ki, hava kirlenince, bu süreçleri etkiler ve sağlığımıza zarar verebilir.

Havanın bileşimi

Hava, ağırlıklı olarak nitrojendir; ayrıca yaklaşık yüzde 20 oksijen, yüzde 1 argon ve karbondioksit (CO_2) de dahil az miktarda başka gaz içerir. Su buharı içeriği yerine bağlı olarak değişir; bu yüzden bileşimlerde genellikle dışlanır ama nemli iklimlerde havanın yüzde 5'ini oluşturabilir. İnsan davranışı, en başta CO_2 miktarını artırarak havanın bileşimini değiştirir.



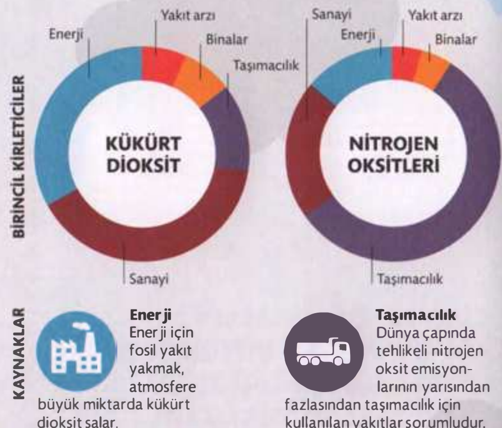
On gaz
Nitrojen, oksijen ve argon havanın yüzde 99,9'undan fazlasını oluşturur. Geri kalan yüzde 0,1 burada gösterilen gazlar ile eser miktarda birkaç gazdan oluşur.

DÜNYA NÜFUSUNUN YÜZDE 92'Sİ WHO'NUN GÜVENLİ SINIRLARINI AŞAN HAVA SOLUYOR

Hava kirliliği

Hava kirliliği büyük bir sorundur – Dünya Sağlık Örgütü (WHO), kötü havanın tüberküloz, HIV/AIDS ve trafik kazalarının toplamından daha fazla ölüme neden olduğunu bulguladı. Gelişmekte olan dünyada havayı kirleten en büyük kaynak, evlerde odun ve diğer yakıtların yakılmasıdır. Kentlerde araba egzozları ile evlerden ve sanayi sitelerinden çıkan emisyonlar, kirlilik düzeyi yüksek alanlara yol açabilir. Bunlar astım ve diğer solunum hastalıklarını azdırabilir. Parçacıklı madde –havayla taşınan küçük parçacıklar ile sıvı damlacıkların karmaşık bir karışımı– akciğerlere girecek kadar küçük olduğunda özellikle zararlıdır.

Birincil kirleticiler ve kaynakları
Doğrudan atmosfere salınan altı birincil kirletici ve altı birincil kirletici kaynağı vardır. Bu renk kodlu grafik, her kaynağın birinci kirleteninin kirliliğe ne kadar katkıda bulunduğunu gösterir.



Enerji
Enerji için fosil yakıt yakmak, atmosfere büyük miktarda kükürt dioksit salar.

Taşımacılık
Dünya çapında tehlikeli nitrojen oksit emisyonlarının yarısından fazlasından taşımacılık için kullanılan yakıtlar sorumludur.



Gökyüzünün değişen rengi

Görünür ışığın rengi, hangi ışık dalgalarının güzümüze ulaştığına bağlıdır. Kısa dalga boylu mavi ışık, atmosferdeki parçacıklar tarafından en çok saçılan ışıktır. Bu, gündüz mavi bir gökyüzü etkisi yaratır (bkz. s. 107). Daha uzun dalga boylu kırmızı ve turuncu ışık en az saçılandır; bu yüzden gündüz görünmezler ama gün batımında güneş alçaktayken görülürler. Kentlerin etrafındaki kan-kırmızı günbatımları, içten patlamalı motorların ürettiği asıltı parçacıklardan ötürü gerçekleşir. Bu parçacıklar mor ve mavi renkleri dağıtır, kırmızıyı güçlendirir.

Kırmızı günbatımı
Günbatımında güneşin alçak açısı, ışığının daha fazla atmosferden geçmesi gerektiği anlamına gelir; bu yüzden yalnızca kırmızı ve turuncu ışık kalır.



EVDE KİRLENME

Evlerimizdeki hava da büyük ölçüde kirlenebilir. Sigara dumanı, boya ve kokulu mumdan çıkan benzen, gaz sobalarında eksik yanmadan kaynaklı nitrojen dioksit ve mobilyalardaki köpükten çıkan formaldehit evlerde yaygındır ve sağlığımız için tehlikelidir. Ev bitkilerinin sayısının artması zehirli kimyasalların emilmesine yardımcı olur ve kötü hava kalitesiyle mücadelede hava temizleyiciler giderek daha fazla etkilidir.













Sanayi
Kükürt dioksit, nitrojen oksit ve parçacıklı madde emisyonlarının büyük bölümünden fabrikalar sorumludur.



Binalar
Karbon monoksit emisyonlarının çoğunluğu, evlerde pişirme ve ısıtmayla, özellikle katı yakıtlı sobalarla yaratılır.



Yakıtarzı
Yakıt çıkarma, taşıma ve işleme, büyük ölçüde uçucu organik bileşikler olarak kirlilik yaratır.



Tarım
Hayvan atığıyla amonyak emisyonlarının büyük çoğunluğundan tarım sektörü sorumludur.

Yanma ve patlama

Ateşi evcilleştirmek insanların yemek pişirmesine, tehlikeli hayvanları uzaklaştırmasına, elektrik üretmesine ve motorları geliştirmesine olanak sağladı. Ama ateş kontrolden çıkarsa büyük zarara da neden olabilir ve basit yanma yıkıcı bir patlama haline gelebilir; bu yüzden ateşin nasıl çalıştığını anlamak yaşamsaldır.

Yanma

Yanma, kimyasal bir tepkimedir. Bir yakıt, normalde kömür ya da metan gibi bir hidrokarbon, havada oksijenle tepkimeye girip, ışık ve ısı olarak enerji salar. Bol oksijenli tam yanmada, karbondioksit ve su üretilir. Yanma başladıktan sonra, ateş söndürülünceye ya da yakıt ya da oksijen bitene kadar devam eder.



BİR ORMAN YANGINI 800°C YA DA DAHA FAZLA **SICAKLIĞA** ULAŞABİLİR

KENDİLİĞİNDEN YANMA

Normalde yanmayı başlatmak için kıvılcım ya da alev gibi bir enerji girdisine ihtiyaç vardır. Ne var ki, bazı maddeler -saman, bazı yağlar ya da rubidyuma benzer bazı tepkin elementler gibi- yeterince sıcak olurlarsa, kendiliğinden tutuşabilir.



KURU OTVE SAMAN



BEZİRYAĞI



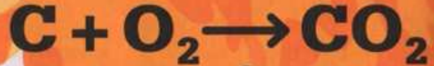
RUBİDYUM

Kömürdeki karbonun eksik yanmasından çıkan karbon monoksit

Kömürdeki kirlerin yanmasından çıkan kükürt dioksit

Karbondioksit

Kömürdeki kirlerin yanmasından çıkan nitrojen oksit



Havadaki oksijen

Kömürdeki karbon

Yanan kömür
Kömürün tam yanması, karbondioksit üretir. Oksijen kömüre eşitsiz ulaşırsa, eksik yanma oluşur ve karbon monoksit üretilir. Kömürdeki kirler, kükürt dioksitve nitrojen oksit olarak salınır.

Yangın söndürme

Ateşin yanmak için üç şeye ihtiyacı vardır: ısı, yakıt ve oksijen (çoğunlukla hava biçiminde). Bunlardan birini uzaklaştırmak yangını söndürebilir. Bununla birlikte, bir yangını söndürmenin en iyi yöntemi yangının tipine bağlıdır. Örneğin bir elektrik yangınını söndürmek için su kullanmak, elektrik çarpmasından ölüme yol açabilir; bir yağ yangınının üzerine su dökmek, yanan yağın yayılmasına neden olabilir.



YANGIN ÜÇGENİ

Patlamalar

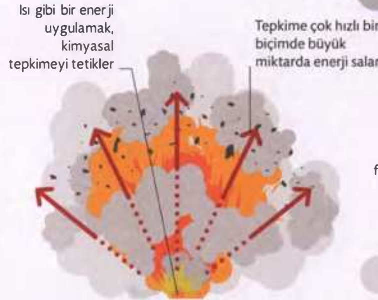
Bir patlama, ani bir ısı, ışık, gaz ve basınç salımıdır. Patlamalar, yanmadan çok daha hızlı gerçekleşir. Patlamadan kaynaklanan ısı dağılamaz ve üretilen gazlar hızla yayılıp, patlama yerinden hızla uzaklaşan, yaralanmaya ve hasara neden olmaya yetecek kadar güçlü olabilen bir şok dalgası yaratır. Patlamayla saçılan şarapnel parçaları da hasara neden olur.

BİR YANGINDAN DAHA HIZLI KOŞABİLİR MİSİNİZ?

Hayır, kimyasal patlamalarda patlamanın saçtığı malzeme saniyede 8 kilometreden fazla bir hızla, bir kimsenin koşabileceğinden daha hızlı hareket eder.



Fiziksel patlama
Basınçlı bir kapta zayıf bir nokta yırtılıp içindekilerin aniden kaçmasına izin verebilir. Basıncın azalması, gazların çok hızlı yayılmasına neden olur, patlamayla sonuçlanır.



Kimyasal patlama
Kimyasal patlamalara, büyük miktarda gaz ve ısı salan hızlı tepkimeler neden olur. Tepkime çoğu kez, barutta olduğu gibi ısıyla ya da nitrogliserinde olduğu gibi fiziksel şokla tetiklenir.



Nükleer patlama
Nükleer patlama, atom çekirdeklerinin parçalanmasıyla (fisyon) ya da kaynaşmasıyla (füzyon) olabilir. Her ikisi çok hızlı bir biçimde çok miktarda enerjinin yanı sıra, radyoaktif serpinti de üretir.

Buz
Su soğuyunca, molekülleri yavaşlayıp daha fazla hidrojen bağının oluşmasına olanak verir. Su donup açık bir yapının içine kilitlenirken bu bağlar molekülleri ayrı tutar. Su donunca genişlemesinin nedeni budur.

Daha fazla hidrojen bağı oluşur

Moleküller yayılıp genişlemeye neden olur

Su
Su sıvı olduğu zaman, moleküller hareket edip birbirini geçerken, hidrojen bağları oluşur ve kopar. Bu bağlar olmasaydı, su oda sıcaklığında gaz olurdu.

Moleküller hareket ederken bağlar kopar

Su

Su gündelik bir madde olabilir ama olağanüstüdür. Normal ısılarda ve basınçlarda katı, sıvı ve gaz olarak var olabilen tek maddedir ve katı hali, sıvı halinden daha az yoğun olan tek maddedir.

Benzersiz özellikler

Her su molekülü, bir hidrojen atomuna bağlanan iki hidrojen atomundan oluşur. Molekülün bir tarafının (oksijenin bulunduğu taraf) zayıf bir negatif elektrik yükü, diğer tarafın küçük bir pozitif yükü vardır. Bu farklı yükler, moleküller arasında hidrojen bağlarının oluşmasına olanak verir ve suya benzersiz özelliklerini kazandıran da budur.

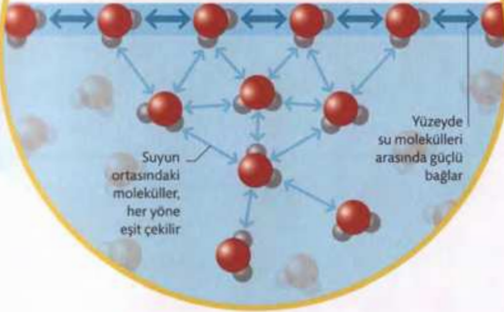


YÜZEY GERİLİMİ



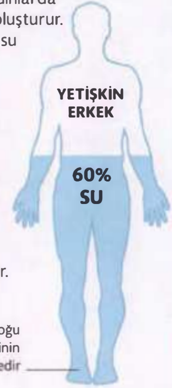
YÜZEY GERİLİMİ

Su havadan çok kendisine bağlanmayı tercih eder. Sonuç olarak yüzeydeki su molekülleri, yukarıdaki hava molekülleri yerine komşu su molekülleriyle daha güçlü bağlar kurar. Bu durum, yüzeyde, küçük böcekler üzerinde yürüyecek kadar güçlü bir tabaka yaratır.



VÜCUTTAKİ SU

Erkeklerde vücut ağırlığının yaklaşık yüzde 60'ını, kadınlarda yaklaşık yüzde 55'ini su oluşturur. Yağsız dokudan daha az su içeren vücut yağları kadınlarda daha fazla olduğu için, su miktarı azdır. Ortalama olarak, idrar, terleme ve solumayla kaybedilen suyu yerine koymak için günde 1,5 ila 2 litre su içmemiz gerekir ama tam miktar iklime ve faaliyet düzeyine bağlıdır.



Vücut suyunun çoğu vücut hücrelerinin içindedir

KILCAL ETKİNLİK

Su molekülleri bazı yüzeylere çekilir - ne kadar çekildiği malzemeye bağlıdır. İnce bir cam tüpte su yukarı doğru sürünür; çünkü cam ile su arasındaki çekim kuvveti, su moleküllerinin kendi aralarındaki çekim kuvvetinden daha güçlüdür

Tüp ne kadar darsa, su o kadar yukarı tırmanır

Su kendisinden çok tüpe çekilir

Dış su molekülleri komşuları çeker, çekim kuvvetini yüzeye iletir

KILCAL TÜP

Su yukarı doğru hareket eder

SU NEDEN BAZEN MAVİ GÖRÜNÜR?

Su, tayfın kırmızı ucunda, ışığın uzun dalga boylarını emer; bu yüzden, geriye kalan gördüğümüz ışık, mavi uçtaki kısa dalga boylarıdır.

YÜZDE 9
DONAN SUYUN GENİŞLEME MİKTARI

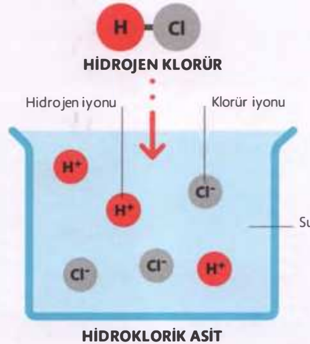


Asitler ve bazlar

Kimyasal bakımdan karşıt etkileri olmasına rağmen, hem asitleri hem bazları keskin, hatta tehlikeli aşındırıcı madde olarak tanıyoruz. Asitlerin ve bazların gücü, geniş bir yelpazede değişir.

Asit nedir?

Asitler, suda çözününce pozitif yüklü hidrojen iyonları olarak salınan hidrojen atomlu maddelerdir. Bu iyonlardan ne kadar çok salınırsa, asit o kadar güçlü olur. Örneğin hidrojen klorür gazı bu şekilde davranıp hidroklorik asit denilen bir çözelti oluşturur. Bu en güçlü asitlerden biridir; bazı ekşi meyvelerde bulunan daha zayıf asitlerden bin kat daha büyük bir hidrojen iyonu yoğunluğu vardır.



ASİT YAĞMURU

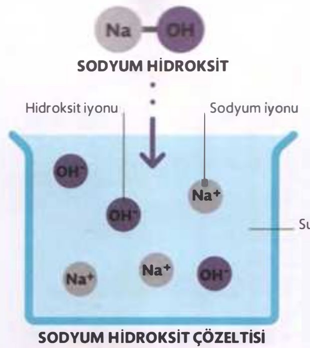
Bir asidin aşındırıcı etkisine, hidrojen iyonları neden olur; çünkü bu çok tepkin kimyasal parçacıklar başka maddeleri parçalayabilir. Sanayinin bir yan ürünü olan kirletici kükürt dioksit gazı, atmosferdeki su damlacıklarıyla tepkimeye girip sülfürik asit oluşturur. Bu asit yağmuru olarak yağdığında, ağaçların ve bitkilerin yapraklarını öldürmenin yanı sıra kireçtaşından binaları da aşındırır.





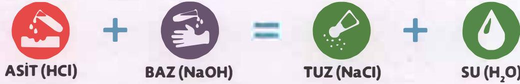
Baz nedir?

Bazlar, kimyasal olarak asitlerin zıttı –ama bir o kadar tepkin– olan maddelerdir. Asitlere, hidrojen iyonlarını nötrleştirerek karşı koyarlar. Kireçtaşı ya da tebeşir, asitle bu şekilde tepkimeye girdiği için bazik bir kayaçtır. Sodyum hidroksit (sudkostik) gibi en güçlü bazlar suda çözünür ve alkali denilir. Suda hidroksit iyonları denilen negatif yüklü parçacıklar salarlar.



Asit-baz tepkimeleri

Bir asit ile baz arasındaki tepkime su ve tuz denilen farklı türden bir madde üretir. Oluşan tuzun tipi, söz konusu asidin ve bazın tipine bağlıdır. Hidroklorik asit ile sodyum hidroksit tepkimeye girip sodyum klorürü (sofra tuzu) oluşturur; hidroksit ve hidrojen iyonları su olarak bir araya gelir.

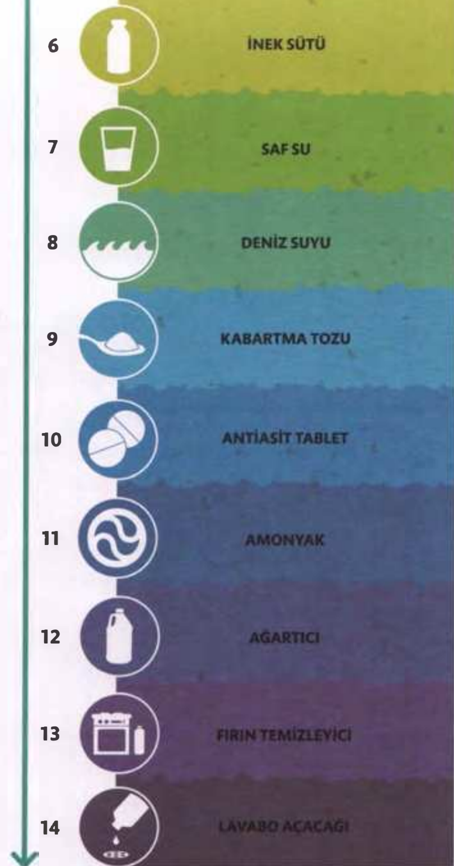


ASİTLER VE ALKALİLER İNSANI NASIL YAKAR?

Asitler ve alkaliler derideki proteine zarar verip deri hücrelerini öldürür. Asitlerden farklı olarak alkaliler aynı zamanda dokuyu sıvılaştırır; bu durum, asitlerden daha derine inip daha fazla zarar vermelerine yol açabilir.

Asitlik derecesini ölçme

pH ölçeği, bir maddenin asidik ya da alkalin gücünün ölçüsüdür. Güçlü asitler için 0'dan güçlü alkaliler için 14'e kadar uzanır. Ölçeğin yukarısına doğru her adımda hidrojen iyonu yoğunluğu 10 kat azalır. Bir maddenin pH'ını ölçmek için gösterge denilen bir pigment kullanılabilir. Göstergeyle tepkime, pH 0 için kırmızıdan pH 14 için mora kadar uzanan renkler üretir; pH 7 (nötr) yeşildir.

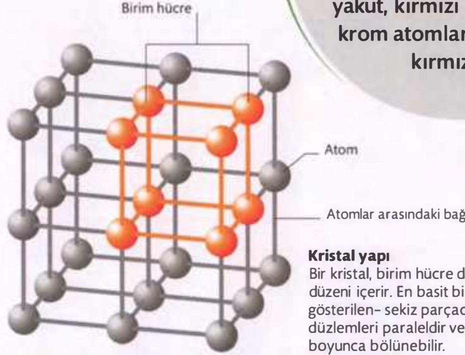


Kristaller

En sert değerli taştan uçucu, hassas bir kar tanesine kadar, bir kristalin yapısı güzel bir şey olabilir. Bu özellik, atomlarının ve diğer parçacıklarının kesin sıralı mikroskobik düzeninden kaynaklanır.

Kristal nedir?

Kristalin katılar (bkz. s. 14) düzgün sıralı parçacıklardan oluşur: Atomların, iyonların ya da moleküllerin tekrarlı örüntüsü, bütün yapı boyunca devam eder. Bu, parçacıkların rastgele birbirine karıştığı polietilen ya da cam gibi (bkz. s. 70-71) amorf (kristalin olmayan) malzemeyle karşıtlık oluşturur. Pek çok metal gibi bazı katılar, yalnızca kısmen kristalindir. Tanecik denilen çok sayıda küçük kristal içerirler ama bireysel tanecikler rastgele bir biçimde birbirine bağlanır.



Kristal yapı
Bir kristal, birim hücre denilen tekrarlı bir atom düzeni içerir. En basit birim hücre -burada gösterilen- sekiz parçacıklı bir küptür. Atom düzlemleri paraleldir ve kristaller bu düzlemler boyunca bölünebilir.

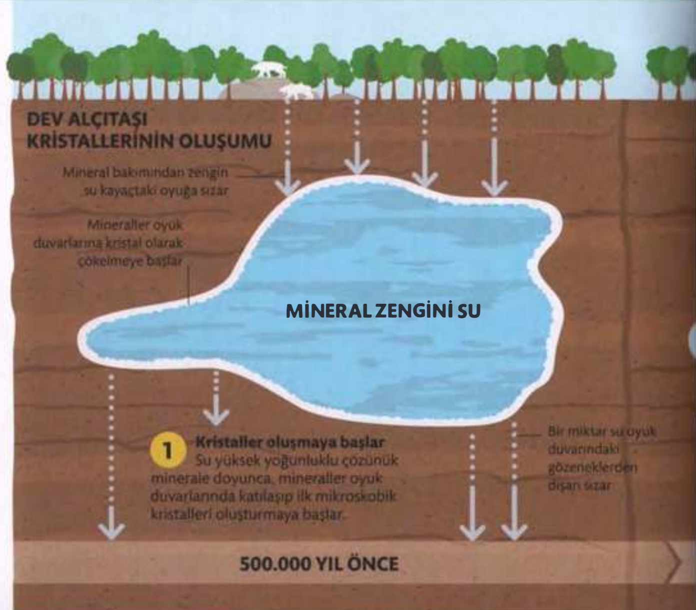
BAZI KRİSTALLER NEDEN RENKLİDİR?

Her madde gibi kristaller de, eğer atomları ışığın belli dalga boylarını yansıtırsa ya da emerse renklidir. Örneğin yakut, kırmızı ışığı yansıtan krom atomlarından ötürü kırmızıdır.

Mineral kristaller

Mineraller –kayaların kimyasal bileşenleri– jeolojik süreçlerle dünyanın ana kayaçlarından kristalleşir. Kristaller, erimiş kayaçlar katılaştığında ya da katı parçalar ısı ve basınç altında kristalleştiğinde oluşur. Su yatakları, taşınamayacak kadar yoğunlaşan mineralleri çözünce olduğu gibi, çözeltilerden de kristaller oluşabilir. Bu tür kristalleşme uzun bir dönem istikrarlı olursa (bkz. sağda), kristaller muazzam büyüklükte olabilir.

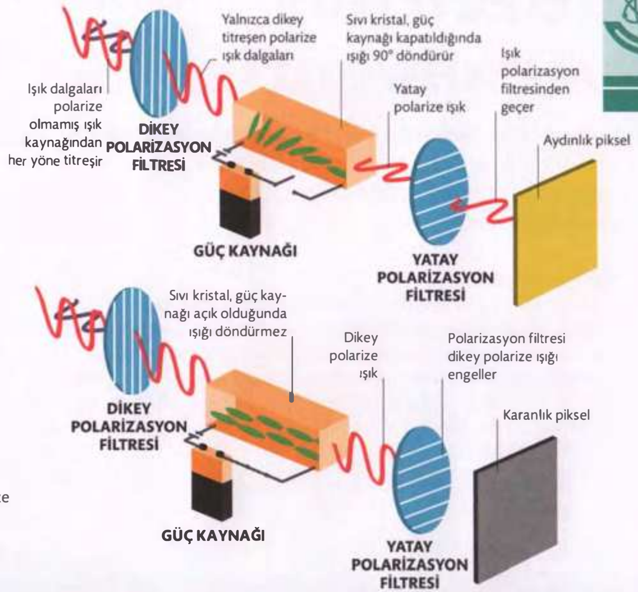
DEV DOĞAL ALÇITAŞI KRİSTALLERİNİN AĞIRLIĞI 50 TONU BULUR





Sıvı kristaller

Bazı maddeler akar ama kristalin özellikleri vardır. Bu sıvı kristaller sıvı ile katı arası bir halde var olur. Parçacıkları düzgün sıralıdır ama dönüp farklı yönlere gidebilirler. Katı kristallerdeki parçacıklar gibi ışığın iletilme şeklini etkilerler. Dönen moleküller, polarize ışığı (bir yönde titreşen ışık) "bükebilir." Bu özellik, elektriğin molekül düzenini kontrol edip bazı pikselleri aydınlatıp bazılarını aydınlatmadığı sıvı kristal ekranın temelini oluşturur.



Sıvı kristal ekran
"Dinlenme" halinde sıvı kristal molekülleri polarize ışığı döndürüp bir pikseli aydınlatır. Ama bir elektrik akımıyla hizalanınca, ışık bükülmeden geçer – dikey titreşimi yatay filtreyle engellenir, sonuçta bir piksel kararır.

Daha fazla mineral çöktükçe kristaller büyür

Oyuk duvarında büyük kristalli düzensiz tabaka

Susuz boşluk

MİNERAL ZENGİNİ SU

2 Kristal tabaka büyür
İlk küçük kristaller "tohum" gibi hareket eder. Kristallerin üzerinde daha fazla katı mineral çöker, parçacık düzenini tekrarlar ve kristalleri büyütür.

3 Kristal tabaka kalınlaşır
Su sızıp gidince ya da buharlaşınca ve yeri doldurulmayınca, kristalleşen mineralin son tabakası eklenir; oyuk duvarına yapışık dev kristaller kalır.

250.000 YIL ÖNCE

BUGÜN

Çözeltiler ve solventler

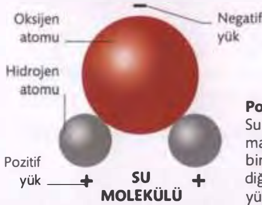
Tuz ya da şeker suya katıldığında kayboluyor gibi görünür. Ama tatları devam eder – suda çözündüklerinin ve çözeltiye yayıldıklarının kanıtı.

ASİT YA DA ALKALİ KULLANARAK BİR CİSMİ YOK EDEBİLİR MİSİNİZ?

Aside ya da alkaliye konulan bir cisim sonunda tamamen sıvılaşır ama asidin ya da alkalinin gücüne ve sıcaklığına bağlı olarak bu süreç birkaç gün alabilir.

Solvent tipleri

Bir madde başka bir maddenin içinde çözündüğü zaman, bir çözünen ve bir de solvent madde vardır. İki ana tip solvent vardır: Polar solvent ve polar olmayan solvent. Su gibi polar solventlerin, moleküllerde, polar çözünenlerin karşıt yükleriyle etkileşen küçük bir elektrik yükü farkı vardır. Pentan gibi polar olmayan solventler, bu yüklerden yoksundur. Yağ gibi yüklü olmayan atomları ve molekülleri çözmede iyidirler.



Polar solvent
Su gibi polar maddelerde molekülün bir tarafı negatif yük, diğer tarafı pozitif yük taşır.



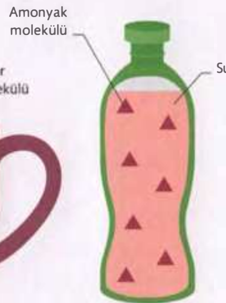
Polar olmayan solvent
Pentan gibi polar olmayan maddelerde, molekülün farklı parçaları arasında yük ayrımı yoktur.

Çözelti tipleri

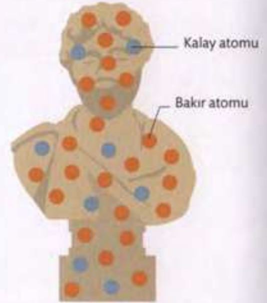
Bir çözünen bir solvent içinde çözünüp bir çözelti oluşturduğunda, iki madde birbirine o kadar kusursuz karışır ki, parçacıkları (atomlar, moleküller ya da iyonlar) tamamen geçişir. Bununla birlikte parçacıklar tepkimeye girmez; bu yüzden kimyasal olarak değişmeden kalırlar. Sıvılar içinde katı çözeltileri en bilinen çözelti tipidir ama sıvıların içinde gaz ve katıların içinde katı gibi başka çözeltiler de vardır. Bir çözünen çözündüğünde, ortaya çıkan çözelti solventle aynı halde (sıvı, katı ya da gaz) olur.



Sıvı içinde katı
Şekerli kahve, bir sıvı (büyük ölçüde çeşni moleküllü sudan oluşan kahve) içinde çözünen bir katı (şeker) çözeltisidir.



Sıvı içinde gaz
Amonyak bir gazdır ve suyun içinde kolayca çözünüp bazı ev temizliği ürünlerinin bir bileşeni olan alkali çözeltisi oluşturur.



Katı içinde katı
Tunç, bakır içinde kalay çözeltisidir. Bakır çözendir; çünkü çözeltide kalaydan çok bakır vardır: Yüzde 12 kalaya karşılık yüzde 88 bakır.

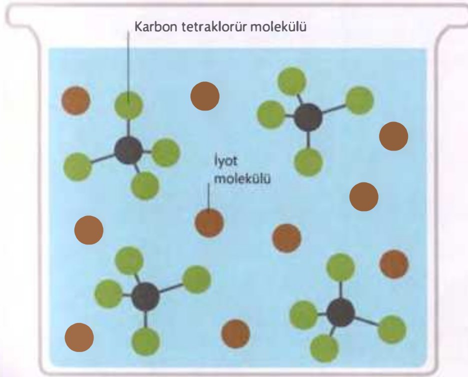


Benzer benzeri çözündürür

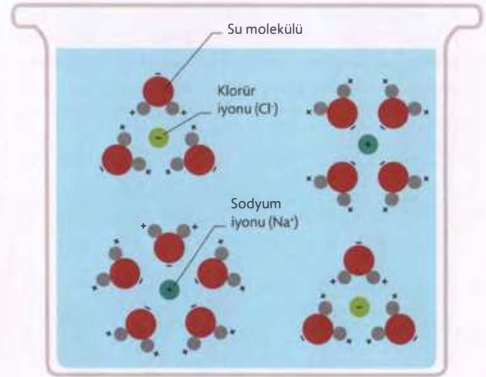
Polar solventler polar çözünenleri çözündürür; çünkü karşıt yükleri birbirini çekip, zayıf bağlar oluşturur. Su polardır; çünkü oksijeninin atomları biraz negatiftir, hidrojeninin atomları biraz pozitiftir. Polar olmayan maddeler polar olanlarla birbirine karışamaz; yağ ile suyun karışamamasının nedeni budur. Yalnızca polar olmayan parçacıklar birleşip bir çözelti oluşturabilir.

DİĞER SIVILARDAN DAHA FAZLA MADDE ÇÖZÜNDÜRDÜĞÜ İÇİN SUYA EVRENSEL SOLVENT DENİLİR





Polar olmayan solventte polar olmayan çözünen
Karbon tetraklorür gibi polar olmayan solventler, iyot gibi polar olmayan çözünenleri çözündürebilir ama polar çözünenleri yapamaz.



Polar solvent içinde polar çözünen
Su gibi polar solventler sofra tuzu (sodyum klorür, NaCl) ve şeker gibi bir elektrik yükü olan maddeleri çözündürebilir.

Çözünürlük

Çözünürlük, bir maddenin çözünme derecesidir. Isıya ve gazlarda basınca bağlı olarak değişir. Örneğin sıcak suda soğuk suda olduğundan daha fazla şeker çözünür ve gazın basıncı ne kadar yüksekse bir sıvıda o kadar çok gaz çözünür. Özgül bir ısıda ve basınçta verili bir solvent miktarında çözünen maksimum çözünen miktarına, doyum noktası denilir.







ARTAN YOĞUNLUK

Doymamış çözelti
Doymamış bir çözeltide daha fazla çözünen (burada bakır sülfat kristalleri) solventin içinde tamamen çözünür.

Doymuş çözelti
Doymuş bir çözeltide o tikel sıcaklıkta maksimum miktarda çözünen çözünmüştür.

Aşırı doymuş çözelti
Isınmayla birlikte daha fazla çözünen çözünür. Hızlı soğuma, kristaller katılaşmadan önce çözeltiyi aşırı doymuş bırakır.

Katalizörler

Kimyasal tepkimeler, atomların ve moleküllerin daha hızlı çarpıştığı yüksek sıcaklıklarda hızlanır. –Katalizör denilen– belli kimyasallar da tepkime hızını artırabilir. Bunlar, tepkimeler sırasında değişmezler, bu yüzden yeniden kullanılabilirler.

Katalizörler nasıl çalışır?

Parçacıkların tepkimek için yeterli enerjiye ihtiyaçları vardır. Bazı tepkimelerde bu aktivasyon enerjisi (bkz. s. 44) o kadar büyüktür ki, ilgili parçacıklar normalde tepkimeye girmez. Katalizörler aktivasyon enerjisini düşürüp tepkimenin gerçekleşmesini olanaklı kılarak çalışır. Bunu yapmak için genellikle az miktarda katalizöre ihtiyaç duyulur.

Bir tepkimeyi teşvik etme

Bir tepkimenin gerçekleşmesi için tepkimeye giren parçacıkların fiziksel olarak bir araya gelmesi yetmez, doğru bir biçimde bir araya gelmeleri de gerekir. Katalizörler, genellikle ara evrede tepkenlere bağlanarak bunun gerçekleşmesine yardım eder. Katalizör tepkimenin sonunda kendisi kimyasal olarak değişmeden çıkar.

TEPKİME

Katalizörsüz aktivasyon enerjisi çok yüksektir

Tepkenlerin enerjisi

TEPKENLER

Katalizörlü aktivasyon enerjisi

TEPKENLER + KATALİZÖR

TEPKENLER İLE KATALİZÖR BAĞLANIR VE TEPKİME GERÇEKLEŞİR

Ürün enerjisi

ÜRÜN

Tepkimeden sonra değişmeyen katalizör

KATALİZÖR

ÜRÜN

ENERJİ

ZAMAN

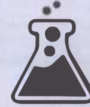
Sınai katalizörler

Sınai kimyasal tepkimeleri daha verimli yapmak için çeşitli katalizörler kullanılır. Çoğu metal ya da metal oksittir. Örneğin *Haber* işleminde (bkz. s. 67) demir, amonyak üretimine yardım eder. Pek çok sınai katalizör, yeniden kullanmak için kolayca ayrılabilen katılardır.



Zeolitler

Zeolitler, ağa benzer gözenekli bir yapıya sahip büyük moleküllerdir. Sanayide çok yaygın kullanılır -örneğin ham petrolü arıtıp daha yararlı petrokimyasallara dönüştürmede.

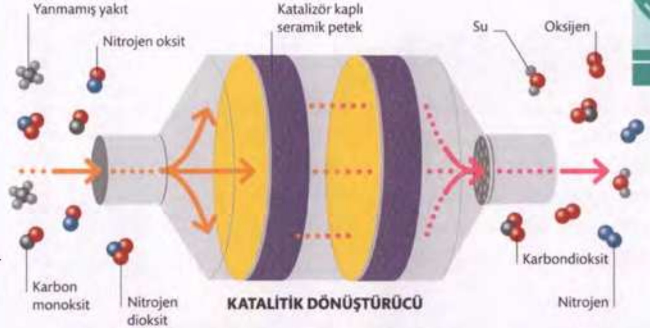


KATALAZ ENZİMİ SANİYEDE YAKLAŞIK 40 MİLYON TEPKİMEYİ KATALİZLER



Katalitik dönüştürücü

Modern arabalara eklenen katalitik dönüştürücüler, platin ve rodyum katalizörler kaplı seramik "petekler" içerir. Düzenleme, egzoz dumanı üzerinde çalışıp zehirli gazları daha az zararlı karbondioksite, suya, oksijene ve nitrojene dönüştürmeleri katalizörlere geniş bir yüzey alanı sağlar. Arabanın motorundan gelen ısı, katalizörlerin etkili bir hızda çalışmasını sağlar.



Enzimin aktif alanı

Maltoz molekülü

MALTAZ ENZİMİ

1 Maltoz enzime bağlanır Tepkiyen molekül -burada maltoz şekeri- maltaz enziminin aktif alanına geçici olarak bağlanır. Yalnızca maltoz maltaza takılır.

Zayıflamış bağ

MALTAZ ENZİMİ

2 Maltoz bağı zayıflar Maltozu parçalamak için gerekli aktivasyon enerjisi, enzimin aktif alanına bağlanınca azalır. Bu, maltaz maltozu kolayca parçalayabilir demektir.

Glikoz molekülü

Tepkimeden sonra değişmemiş enzim

MALTAZ ENZİMİ

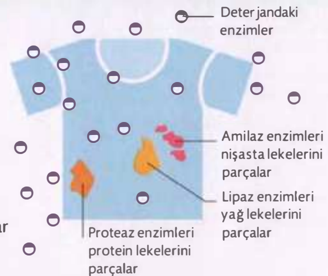
3 Glikoz ayrılır Aktif alandaki kimyasal tepkime kimyasal bağları yeniden düzenleyip, maltozu iki glikoz molekülüne ayırır. Enzim tekrar çalışmaya hazır olur.

Biyolojik katalizörler

Sanayide kullanılan pek çok inorganik katalizör bir dizi tepkimeyi katalizleyebilir ama canlı yapılarda katalizörler daha seçicidir. Enzim denilen protein molekülleri, DNA'nın kopyalanması ya da besinlerin sindirilmesi gibi özgül biyolojik tepkimeleri katalizler. Her enzimin, belirli tepken tiplerine kenetlenen bir şekli vardır. Metabolizmayı –bir organizmayı canlı tutmak için gerekli kimyasal tepkimelerin toplamı– çalıştırmak için binlerce farklı enzime ihtiyaç vardır.

BİYOLOJİK DETERJANLAR

Diğer katalizörlerden farklı olarak enzimlerin yararlı uygulamaları vardır. Kumaştaki lekeleri temizlemek gibi, biyolojik tepkimeye ihtiyaç duyulan her yerde kullanılırlar. Biyolojik deterjanlar kandaki proteini ya da yağı sindiren enzimler içerir. Enzimler vücut ısısında çalıştıkları -hatta çok sıcakta yok oldukları- için, hassas kumaşlara daha az zarar veren ve daha az enerji kullanan düşük su sıcaklığında çalışırlar.



Kimyasal yapımı

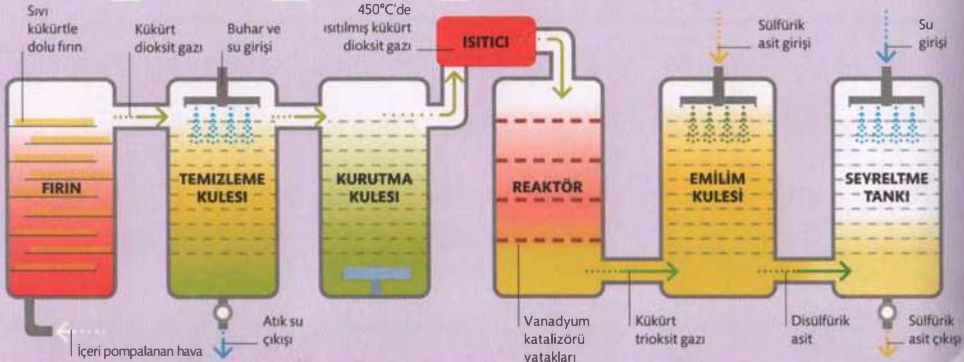
Her gün, plastiklerden ve yakıtlardan ilaçlara kadar insan yapımı ürünler kullanırız. Bu ürünlerin birçoğunu imal etmek, sülfürik asit, amonyak, nitrojen, klor ve sodyum gibi temel kimyasalları gerektirir.

Sülfürik asit

Sülfürik asit en yaygın kullanılan ham kimyasallardan biridir – kuru temizlemede ve pillerde, kâğıttan yapay gübrelere ve teneke kutulara kadar bir dizi ürünün imalatında kullanılır. Sülfürik asit üretmek için çeşitli yöntemler kullanılabilir ama en iyi bilineni kontakt yöntemidir.

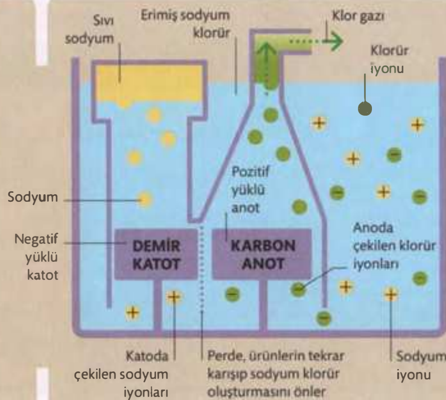
Kontakt yöntemi

Sıvı kükürt havayla tepkimeye girip kükürt dioksit gazı üretir; bu gaz, vanadyum katalizör kullanılarak temizlenir, kurutulur ve kükürt trioksit gazına dönüştürülür. Gaza sülfürik asit eklenip disülfürik asit yapılır ve o da suyla seyreltilip sülfürik asit üretilir.



Klor ve sodyum

Klor ve sodyum, sınai ölçekte Downs hücresi olarak bilinen bir tankta gerçekleştirilen bir elektroliz işlemiyle olağan tuzdan (sodyum klorür) elde edilir. Tankta erimiş sodyum klorür ile demir ve karbon elektrotlar vardır. Elektrotlardan bir elektrik akımı geçince, sodyum ve klorür iyonları elektrotlara gider ve kendi elementlerinin atomlarına dönüşür.



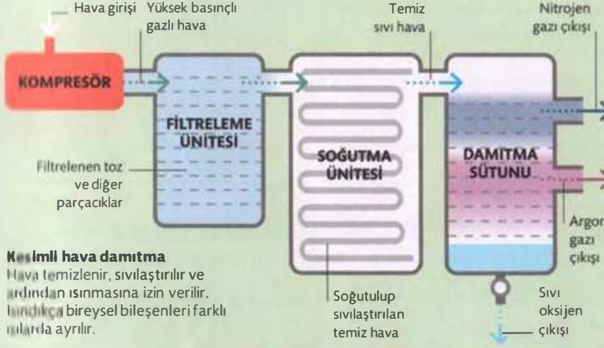
Down hücresi

Pozitif yüklü sodyum iyonları negatif yüklü katoda gider ve orada bir elektron kazanıp sodyum metalini oluşturur. Metal erimiş sodyum klorürün yüzeyine çıkar. Negatif yüklü klorür iyonları pozitif yüklü anoda gider ve orada bir elektron kaybedip, gaz olarak kabarcık çıkaran kloru oluşturur.



Nitrojen

Hava yaklaşık yüzde 78 nitrojenden oluşur ve saf nitrojen gazının ana kaynağıdır. Nitrojen, kesimli damıtmayla havadan elde edilir. Hava sıvılaşıncaya kadar soğutulur, sonra ısınmasına izin verilir. Isınırken farklı bileşenler farklı ısılarda, damıtma sütununun farklı yüksekliklerine denk gelecek şekilde gaz haline geri döner. Oksijen dipte sıvı olarak kalır.



Kesimli hava damıtma
Hava temizlenir, sıvılaştırılır ve ardından ısınmasına izin verilir. Isındıkça bireysel bileşenleri farklı ısılarda ayrılır.

HER YIL DÜNYADA 230 MİLYON TONDAN FAZLA SÜLFÜRİK ASİT ÜRETİLİR



PETROL ÜRÜNLERİ

Ham petrolün kesimli damıtılması, bir dizi yararlı ürün üretir. Bazıları hemen kullanıma hazırdır - örneğin doğalgaz, benzin, mazot, gres yağı ve yol yüzeyleri için zift. Bazıları daha fazla işlemden geçirilip plastiklere ve çözücülere dönüştürülür.


DOĞAL GAZ


TAŞIT YAKITI


ZİFT

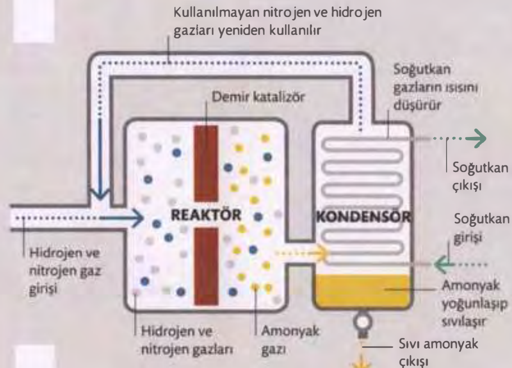

ÇÖZÜCÜLER


PLASTİKLER


YAĞLAYICILAR

Amonyak

Haber işlemi, nitrojen ve hidrojen gazından amonyak yapar. Gübre, boya ve patlayıcı imalatında amonyak yaşamsaldır ve temizlik ürünlerinde de kullanılır. Nitrojen tepkin değildir; bu yüzden *Haber* işlemi, tepkime hızını artırmak ve en iyi randımanlı amonyak üretmek için reaktörde bir demir katalizör ile yüksek ısı ve basınç kullanır.



***Haber* işlemi**
Hidrojen ve nitrojen gazları karıştırılır ve tepkimeye girip amonyak üretmeleri için bir demir katalizör geçirilir. Karışımı soğutmak, sıvı amonyağın akmasına olanak verir. Tepkimeye girmeyen nitrojen ve hidrojen yeniden kullanılır.

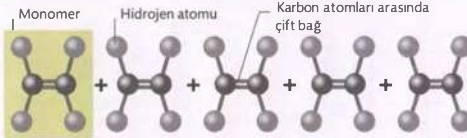
Plastikler

Plastikler güçlüdür, hafiftir ve ucuzdur; modern yaşamı dönüştürmüştür. Ama pek çok plastik fosil yakıtlardan yapıldığı ve biyolojik olarak ayrışmadığı için, artan plastik kullanımımız çevresel sorunlar doğuruyor.

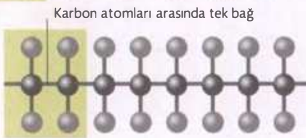
Monomerler ve polimerler

Plastikler bir sentetik polimer tipidir – monomer denilen tekrarlı birimlerden oluşan uzun bir molekül zinciridir. Polimer zincirleri yüzlerce molekül uzunluğunda olabilir. Farklı monomerlerden yapılan plastiklerin farklı özellikleri ve kullanımları vardır. Örneğin naylon diş fırçaları için güçlü lif haline getirilirken, polietilen en çok hafif çantalar için kullanılır.

Monomerler
Birçok plastiğin momonerlerinde bir karbon-karbon çift bağı (bkz. s. 41) vardır.



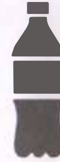
Polimerler
Bir polimer oluşturmak için çift bağ kopar ve böylece her monomer komşusuna bağlanıp bir zincir oluşturabilir.



DOĞAL POLİMERLER

Polimerler doğada da vardır – şekerler, kauçuk ve DNA bunun örnekleridir. DNA, protein yapma kodunu veren nitrojen-içeren bir baz ile bir şeker ve bir fosfat grubu (bel kemiğini oluşturur) içeren ve nükleotit denilen monomerlerden oluşur.

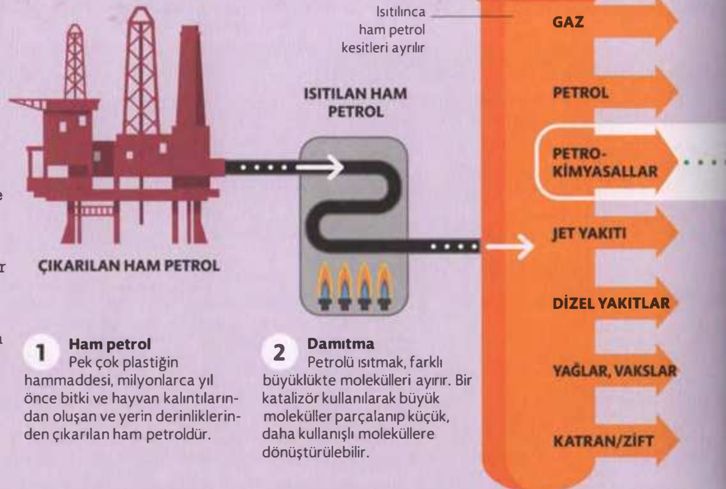




HER YIL DÜNYANIN ETRAFINI DÖRT KEZ SARACAK KADAR **PLASTİK ATILIR**

Plastik imalatı

Pek çok plastik, ham petrolden damıtılan petrokimyasallardan yapılır. Isıyı ve basıncı kontrol ederken bir katalizör eklemek, bu monomerlerin polimerleşmesini teşvik eder. Plastiğin özelliklerini değiştirmek için başka kimyasallar eklenebilir. Plastik oluştuktan sonra şekillendirilip çeşitli ürünlere dönüştürülebilir. Ağaç ya da biyoetanol gibi yenilenebilir kaynaklardan yapılan biyoplastikler de vardır ama bugün yapılan plastiklerin küçük bir azınlığını oluşturur. Plastikler termoset ya da termoplastik olabilir. Termosetler yalnızca bir kez şekillendirilebilir ama termoplastikler tekrar tekrar eritilip yeniden şekillendirilebilir.



1 Ham petrol
Pek çok plastiğin hammaddesi, milyonlarca yıl önce bitki ve hayvan kalıntılarından oluşan ve yerin derinliklerinden çıkarılan ham petroldür.

2 Damıtma
Petrolü ısıtmak, farklı büyüklükte molekülleri ayırır. Bir katalizör kullanılarak büyük moleküller parçalanıp küçük, daha kullanışlı moleküllere dönüştürülebilir.



Geri dönüşüm

Bazı plastikler doğranarak, eritilerek ve yeniden biçimlendirilerek kolayca geri dönüştürülebilir. Ama bazıları için alternatif geri dönüştürme yöntemlerine gerek vardır. Amaçlardan biri plastikleri sıvı bir yakıta dönüştürmek ya da doğrudan yakıp enerji üretmektir. Bir başka düşünce de, bakterilerin sindirebildiği plastikler yaratmaktır ama bu düşünceler henüz büyük ölçüde uygulanamıyor.

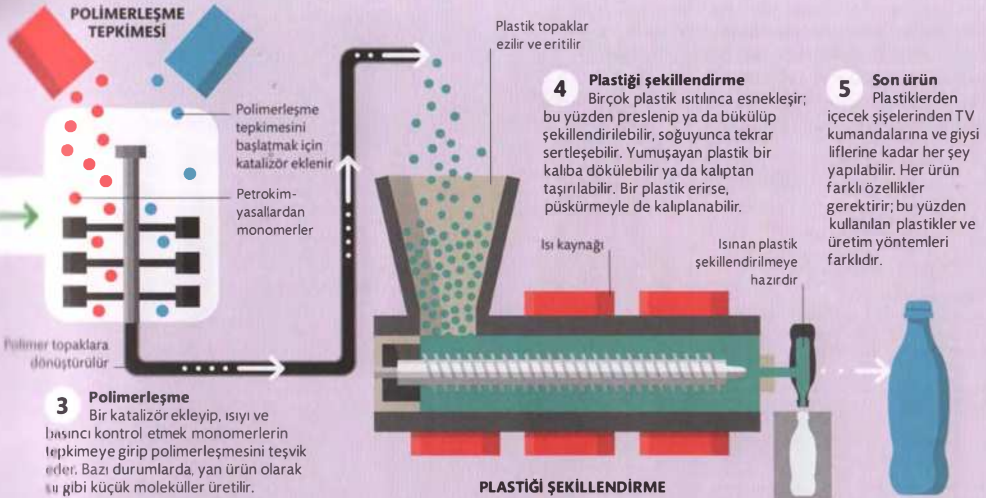




Atık
Pek çok plastik atık çöp sahasında binlerce yıl geçirir, toprağa zararlı kimyasallar sızdırır. Bazıları suyla denize taşınır, parçalanıp yaban yaşam için zararlı olan mikroplastiklere dönüşür.

PLASTİĞİN YARARLARI VE SAKINCALARI

Yararları	Sakıncaları
Plastik yapımı ucuzdur, bitki ya da hayvan yetiştirmeye ya da bunun gerektirdiği kaynaklara dayanmaz.	Plastikler esas olarak yenilenebilir olmayan kaynaklardan yapılır ve bu kaynakları yerden çıkarmak da çevreye zarar verir.
Plastik hafif ve güçlüdür; az miktarda malzemeden çok sayıda yararlı ürün yapılabilir.	Plastikler küçük parçalara ayrılıp su sistemlerimize karışabilir, yaban yaşamı ve yiyeceklerimizi etkileyebilir.
Plastik bir dizi özelliğe sahip olacak şekilde uyarlanabilir – sertlik, esneklik, pürüzlülük – bunların hepsi kontrol edilir hale getirilebilir.	Plastikler sürekli kullanımdan sonra yorgunluk yaşayıp parçalanabilir. Güneşten gelen UV ışınları da plastikleri daha kırılgan yapar.
Sentetik lifler esnek yapılabilir ve kırışmaya, suya ve lekelere doğal liflerden daha fazla dirençli hale getirilebilir.	Sentetik giysiler terin buharlaşmasına izin vermez; bu yüzden sıcak havalarda rahatsız edici olabilir. Statik elektrik yükü de oluşabilir.
Bazı plastik tipleri geri dönüştürülebilir, diğerlerinden daha fazla çevre dostudur.	Biyolojik olarak ayrışmayan plastikler denizlerde ve karada küresel kirlenmeye katkıda bulunur. Çöp sahalarını da dolduruyorlar.



3 Polimerleşme
Bir katalizör ekleyip, ısıyı ve basıncı kontrol etmek monomerlerin tepkimeye girip polimerleşmesini teşvik eder. Bazı durumlarda, yan ürün olarak su gibi küçük moleküller üretilir.

4 Plastiği şekillendirme
Birçok plastik ısıtılınca esnekleşir; bu yüzden preslenip ya da bükülüp şekillendirilebilir, soğuyunca tekrar sertleşebilir. Yumuşayan plastik bir kalıba dökülebilir ya da kalıptan taşırılabilir. Bir plastik erirse, püskürmeyle de kalıplanabilir.

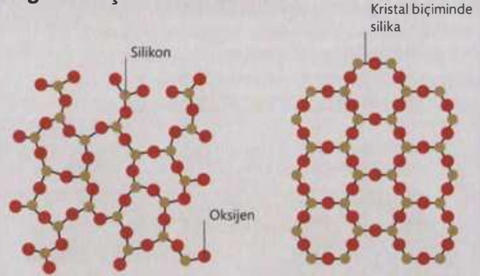
5 Son ürün
Plastiklerden içecek şişelerinden TV kumandalarına ve giysi liflerine kadar her şey yapılabilir. Her ürün farklı özellikler gerektirir; bu yüzden kullanılan plastikler ve üretim yöntemleri farklıdır.

Cam ve seramik

Sert, aşınmaya dirençli ve çoğu kez saydam olarak bildiğimiz cam, büyük ölçüde kum ya da silikondioksittir. Ama "cam" terimi, hepsi seramik tipi olan daha büyük bir malzeme grubu için de kullanılır.

Camın yapısı

Camların amorf yapısı vardır; yani moleküllerinin (ya da atomlarının) düzenlenmesinde fazla ya da hiç düzen yoktur. Atom ölçeğinde devinimsiz sıvı gibi görünürler (bkz. s. 16-17). Ama camlar katı maddedir. Camlar genellikle bir madde eritilip, atomları (ya da molekülleri) alışılmış yapılarına (metal ya da kristalin) dönemeyecek kadar hızlı soğutularak yapılır. Madde sıvıyken olduğu kadar düzensiz yakalanır.



AMORF YAPI

KRİSTALİN YAPI

Cam tipleri

Hepimiz camı pencerelerdeki saydam, gevrek malzeme olarak tanıyoruz. Bu esas olarak silikondioksittir. Ama camlar bir dizi malzemeden oluşabilir – metaller camsı olabilir ve bazı polimer ya da plastik formları teknik olarak camdır. Silikat camlara, özelliklerini değiştirmek için başka kimyasallar eklenir. Bu kimyasallar ürünün rengini ya da berraklığını etkileyebilir, borosilikat camlarda (borcam) olduğu gibi ısıya direncini daha iyileştirebilir ya da Goril Camı (birçok akıllı telefonun ekranında kullanılan) gibi çizilmeye dayanıklı yapabilir.

SAYDAM



Görünür ışığın enerjisi camdaki elektronların olası enerji düzeyleriyle eşleşemediği ve dolayısıyla fotonlar emilmediği için cam saydamdır. Camda ışığı saçacak kristal sınırlar da yoktur.

GEVREK

Deforme olmadan kırılır



Molekülleri yerinde kenetli olduğu ve kayıp birbirini geçemediği için camlar gevrektir. Bir camın yüzeyinde herhangi bir çatlak ya da kırık hızla bütün malzemeye yayılır.

Camın özellikleri

Camın sertliği, aşınmaya direnci ve düşük tepkinliği onu birçok ürün için uygun yapar ama en yararlı özelliği herhalde, binalarda ve arabalarda yaygın kullanılmasını olanaklı kılan saydamlığıdır.



Diğer seramikler

Camlar, seramik denilen malzemelerin bir alt-kümesidir. "Seramik" terimi geleneksel olarak kil-bazlı ürünleri tarif eder ama bilimsel tanımı, şekillendirildikten sonra ısıtılarak sertleştirilen metalik-olmayan her katıyı kapsar. Seramiğin kristalin ya da amorf yapısı olabilir ve neredeyse her elementten yapılabilir. Cam gibi genellikle sert ama gevrektir ve yüksek erime noktaları vardır. Bu durum seramiği, uzay araçlarının ısı kalkanlarında bulunan seramik titanyum karbür gibi termal ve elektriksel yalıtım için ideal yapar.


ÇİZİLMESİ ZOR


BASINCA DAYANIKLI


TEPKİN DEĞİL


YALITKAN

CAM AKAR MI?

Camı yavaş akan sıvı olarak tarif etmek yanlıştır. Çok eski pencerelerin alt tarafı daha kalındır; çünkü dengeyi sağlamak için yamuk camlar o şekilde konumlandırılmıştır.

SU GEÇİRMEZ

Normal cam suyu çeker, bu yüzden bir yüzey ince katı oluşturur. Su itici kaplamalar suyun boncuk haline gelmesini ve camdan akıp gitmesini sağlar; bu arada cam temizlenir ve görünürlük iyileşir.





CAM İLK KEZ 5.000 YIL ÖNCE MISIR'DA İMAL EDİLDİ

GÜÇLENDİRİLMİŞ CAM



Sertleştirilmiş camın yüzeyi sıkışık, içi gergindir; bu durum onu daha güçlendirir. Kırılırsa, plastik katman parçaları bir arada tutar.

SAYDAM ALÜMİNYUM

Genellikle saydam alüminyum olarak bilinen alüminyum oksinitrür, süper güçlü, saydam bir seramiktir. Toz haline getirilen karışım sıkıştırılır, 2.000°C'ye kadar ısıtıldıktan sonra, molekülleri amorf kalacak şekilde soğutulur. Zırh delici mermilerin etkisine dayanabilir, aynı zamanda saydam kalabilir. Şu anda çok pahalı olduğu için yalnızca uzmanlık gerektiren özel askeri alanlarda kullanılıyor ama gelecekte daha yaygın kullanılabilir.



SAYDAM SERAMİK

Harika malzemeler

Süper güçlüden inanılmaz hafif olanlara kadar, kullandığımız bazı malzemelerin şaşırtıcı özellikleri vardır. Bunların birçoğu icat edildi ama diğerleri doğaldır. Bazı sentetik malzemeler doğadan esinlenmiştir – biyotaklit denilen bir süreç.

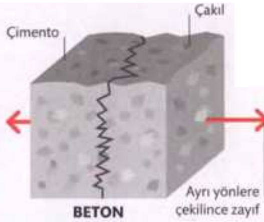
BÜTÜN KOMPOZİTLER SENTETİK MİDİR?

Hayır; ağaç ve kemik, doğal yolla oluşan kompozit örnekleridir. Kemik, sert ama gevrek hidroksiapatit ile yumuşak, esnek kolajenden oluşur.

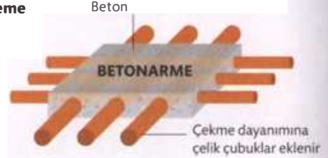
Kompozitler

Bazen hiçbir malzeme, belirli bir ürün için gerekli doğru özellik dengesine sahip olmaz. Bu sorunun üstesinden gelmek için iki ya da daha fazla malzeme, bitmiş ürün her ikisinin en iyi özelliklerine sahip olacak şekilde birleştirilebilir. Bu malzemelere kompozit denilir. Beton en yaygın modern kompozittir ama 6.000 yıl önce duvarları kaplamak için kullanılan sepet örgü, saman ya da ağaç dalları ile çamurdan yapılan erken bir örnekti. Daha ileri kompozitler yaratmak için yeni malzemeler ve teknikler kullanılıyor.

Göreli dayanımlar
Beton, çimento bir matris içinde çakıllardan oluşan bir kompozittir. Sıkıştırıcı kuvvetler altında güçlü ama gerilim altında zayıf olan beton, binalarda tek başına kullanılamaz.



Çekme dayanımı ekleme
İnşaatta beton, gerilme bakımından güçlü çelik çubuklarla güçlendirilir. Bunlar birleşip betonarmeyi yaratır - modern dünyada en çok yönlü malzemelerden biri.



İleri kompozitler
Yüksek teknoloji ürünü kompozitler, karbon ya da cam liflerinin örülüp, başka bir polimerden oluşan tabakaların arasına sıkıştırıldığı ya da daha sıvıyken reçineyle karıştırıldığı karbon lif ve fiberglas gibi güçlendirilmiş polimerleri içerir. İkisi de güçlü ve hafiftir ama aynı zamanda pahalıdır.

Basınçla ya da ısıyla sertleşen reçineli ya da epoksi dış katman

Karbon ya da cam gibi güçlü liflerden oluşan birinci katman

Farklı yönlerden birinci katmana gidip genel dayanım sağlayan güçlü liflerden oluşan ikinci katman

Yalıtım ve şok emilimi için plastik göbek

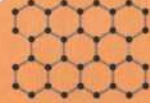


Şaşırtıcı özellikler

Doğal ya da insan yapımı bazı malzemelerin inanılmaz özellikleri vardır. Esnek ama kurşungeçirmez Kevlar'dan kendi kendini onaran plastiklere kadar uzanan bu malzemeler, yaşamımızı daha güvenli ve daha kolay yapabilen alternatifler sunar. Örneğin metal köpüğü implantlardan yeni kemik gelişip, vücutla bütünleştirebilir. Süper-hidrofobik pencere yüzeyleri, tehlikeli yüksek camları temizleme gereğini ortadan kaldırır.



Örümcek ipeği
Büyük ölçekli örümcek ipeği üretimi, yeni bir kurşungeçirmez malzemeye yol açabilir. Çelik kadar güçlüdür ama çok daha hafiftir ve gerilebildiği için kırılmaya dirençlidir.



Grafen
Bir atom kalınlığında grafit tabakalardan yapılan grafen çelikten daha güçlüdür, iyi bir elektrik iletkenidir, saydamdır, esnektir ve son derece hafiftir.



Metal köpük
Erimiş metalin içine gaz kabarcıkları sokmak köpük yaratabilir. Bu köpükler hafiftir ve metalin bir özelliğini korur.



Süper-hidrofobik malzeme
Hidrofobik malzemelerin, yüzeylerini kaplayan minik çıkıntıları vardır; bunlar su damlalarını uzakta tutar ve bu yüzden malzeme ıslanamaz.



Kevlar
Süper güçlü bir plastik olan Kevlar lifleri giysilerin içine örülebilir ya da bir polimere eklenip bir kompozit oluşturulabilir.



Kendi kendini iyileştiren plastik
Kendi kendini iyileştiren plastikler, hasar görünce patlayan, içindeki sıvının tepkimeye girip katılaşarak olası delikleri kapatmasına olanak veren kapsüller içerebilir.



Aerojel
Bir jelin sıvısının yerine gaz koymak, süper hafif bir katı üretir. Yüz 98'inden fazlası hava olan aerojel çok iyi yalıtkandır.



TEK BİR GRAFEN TABAKA 4 KG'LIK BİR KEDİYİ KALDIRABİLİR AMA KENDİSİNİN AĞIRLIĞI BİR KEDİNİN BIYIĞININ BİR TELİNDEN AZDIR



ENERJİ VE KUVVETLER

Enerji nedir?

Fizikçiler evreni, uzayda ve zamanda madde ve enerji olarak anlar. Enerjinin birçok biçimi vardır ve birinden diğerine dönüşebilir. Bir nesneyi hareket ettirmek için bir kuvvet kullanıldığında, o nesnenin üzerinde iş yapıldığını söyleriz.

Enerji tipleri

Enerji her yerdedir, yok edilemez ve zamanın başlangıcından beri vardır. Bununla birlikte, bilim insanları işi daha basitleştirip anlamak ve ölçmek için, enerjiyi farklı biçimlerde kategorileştirir. Her doğal fenomen, makine ve teknoloji kullanan her yapay işlem, bir enerji biçimi onu çalıştırdığı –ve bunu yaparken başka bir biçime dönüştüğü– için gerçekleşir.

POTANSİYEL ENERJİ
Bu, herhangi bir iş yapmayan ama bir tür yararlı enerjiye çevrilebilen depolanmış enerjidir.



Elastik potansiyel
Gerilmiş ya da basılmış malzemeler, tekrar eski şekillerine dönerken potansiyel enerji salar.



Elektriksel potansiyel
Bir pil, elektrik akımı olarak serbest bırakılabilen potansiyel enerjiyle doludur.



Kütleçekimsel potansiyel
Yükseğe çıkarılan nesnelerin aşağı düşme potansiyeli vardır – devinim olarak enerji salar.



Kimyasal enerji
Yanma ve diğer kimyasal tepkimeler, atomları bir arada tutan enerjiyle gerçekleşir.



Işıyan enerji
Işık ve diğer ışımalar, değişen elektrik ve manyetik alanlar biçiminde enerjidir.



Akustik enerji
Bir ses dalgasında taşınan enerji havayı (ya da başka ortamları) sıkıştırır ve gerer.



Nükleer enerji
Radyoaktivite ve nükleer patlamalar, bir atomun çekirdeğini bir arada tutan enerjiyi kullanır.



Elektrik enerjisi
Bir elektrik akımı, çoğu kez elektron olmak üzere hareket eden bir yüklü parçacık akımı olarak enerji taşır.



Termal enerji
Atomların çoğu kez bir titreşim olarak devinimine termal ya da ısı enerjisi denilir. "Sıcak" atomlar daha fazla titreşir.



Kinetik enerji
Elektronlardan galaksilere kadar hareket eden her şeyin kinetik enerjisi ya da devinim enerjisi vardır.

Kimyasal salınım
Bir kimse ağır bir yükü hareket ettirirse, bir enerji dönüşümü zinciri gerçekleşir. Sürecin başlangıcında vücut, besinlerde depolanmış kimyasal enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürür.



Sabit bir hıza ulaşıncaya kadar el arabasına aktarılan kinetik enerji

KÜTLEÇEKİMSEL POTANSİYEL ENERJİ ARTAR

1 Hareket halinde
Vücudun kinetik enerjisi el arabasına aktarılır. Enerji, sürtünme kuvvetinin üstesinden gelip arabayı hareket ettirmek için kullanılır. Vücudun bir kısım enerjisi yararsız ısıya dönüştürüldüğü için vücut ısınır.





Enerjinin korunumu

Evrendeki enerji miktarı her zaman aynı kalır. Enerji yaratılamaz ya da yok edilemez; yalnızca bir biçimden diğerine dönüşebilir. Gördüğümüz süreçleri iten güç enerji dönüşümüdür. Aynı zamanda enerji yayılır ya da daha fazla düzensizleşir ve daha az "yararlı" olur. Bu yüzden kendi başına düşünüldüğünde her süreç her zaman enerji kaybeder ve bu çoğu kez ısı biçiminde olur. Bu yüzden bu süreçleri devam ettirmek için bir enerji kaynağına ihtiyaç vardır.



BİR KALIP ÇİKOLATADA NE KADAR ENERJİ VARDIR?

50 gram sütlü çikolata yaklaşık 250 kalori içerir – ortalama bir insan vücudunun her 2,5 saatte kullandığı enerji miktarıyla aynı.

Vücutta depolanan kimyasal potansiyel enerji azalmıştır

Kütleçekimsel potansiyel enerji kinetik enerjiye dönüşmeye başlar

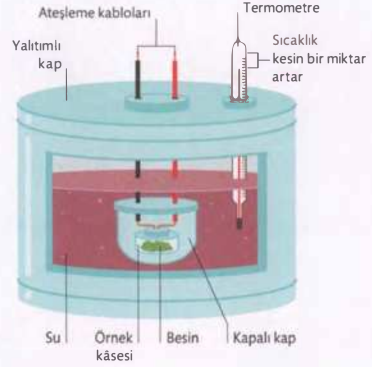
2 Yukarı çıkma
Adamın uyguladığı kuvvet, arabanın üzerindeki kütleçekimine karşı çalışıyor. Adam rampadan yukarı doğru çıktıkça, kinetik enerjisi vücudunda ve el arabasında kütleçekimsel potansiyel enerjiye dönüşür.

3 Potansiyelin salınması
Arabadan yükü boşaltmak, potansiyel enerjiyi kinetik enerjiye dönüştürür. Yere çarpınca kinetik enerji ısıya, sese ve tuğlaların sekmesini sağlayabilen elastik enerjiye dönüşür.

Tuğlalar düşerken, kinetik enerjileri artar ve kütleçekimsel potansiyel enerjileri azalır

Enerjiyi ölçme

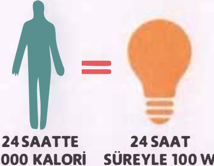
Enerji, jul (J) denilen birimlerle ölçülür. Bir jul, yaklaşık 100 gramı 1 metre yüksekliğe çıkarmak için gerekli enerjidir. Besinlerdeki enerji genellikle kaloriyle ölçülür; kalori, kalorimetre denilen bir aygıtta yakıldığında besinin ne kadar ısı ürettiğiyle ilgilidir.



Kalori ölçme
Bir besin örneği yanınca, suyun ısısını yükseltir. Besinde ne kadar kalori olduğunu anlamak için sıcaklık artışı kullanılabilir.

GÜÇ

Enerji dönüşüm hızı güç olarak tanımlanır. Güç, Watt (W) ile ölçülür; 1 W, saniyede 1 jule eşittir. Yüksek güçlü süreçler daha çabuk enerji kullanır. 100 Wattlık bir ampulün enerji dönüşüm hızı ya da güç çıktısı, yetişkin bir kadınla aşağı yukarı aynıdır.



24 SAATTE 2000 KALORİ = **24 SAAT SÜREYLE 100 W**

Statik elektrik

En çok bilinen elektrik biçimi, evlere verilen ve büyük ölçüde yapay bir fenomen olan akımdır. Yıldırım gibi pek çok doğal elektriksel etki, statik elektrik kaynaklıdır.

Elektrik çarpması
Vücutta statik elektrik yükü birikince, metal nesne gibi bir iletken aracılığıyla vücuttan ayrılıp, beklenmedik bir sarsıntı ve bazen bir kıvılcım yaratır.

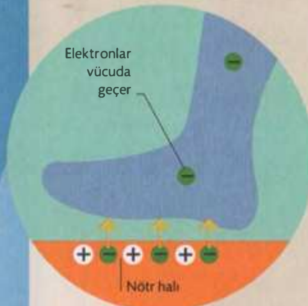
Fazla elektron

Bütün vücut küçük bir negatif yük kazanır

Ayak ile halı sürtünür



2 Boşalım
Elektrik yükü metalle, çoğu kez bir kapı koluyla kaçabilir. El metale dokununca -ya da yaklaşınca- vücuttaki fazla elektronlar metale atlayıp küçük bir sarsıntı yaratır.



1 Sürtünmeyle elektrik yüklenme
Modern halılarda yapay dokulara ayağın sürtünmesi, elektronları yerden vücuda geçirip küçük bir negatif yük kazandırır.

Elektrostatik

Elektriğe, maddenin yük denilen bir özelliği neden olur. Her atomda protonlar pozitif yüklüdür ve yerinde kilitlidir; negatif yüklü elektronlarsa başka nesnelere serbestçe geçebilir. Bir nesne fazla elektron edinirse, negatif bir yük alır ve pozitif yüklü nesneleri –elektron açığı olan nesneleri– çeker. Bu kuvvet elektronların birbirini itmelerini de sağlar ve sonunda yükle nesneden kaçmanın bir yolunu bulurlar – bir kıvılcım yaratarak.



İz için toz serpme
Parmak izi araştıranlar statik elektrikten yararlanır. Bir suç mahallindeki parmak izlerinde kalan pozitif yüklü kimyasalların üzerine negatif yüklü toz süpürülür.



Statik elektrik kullanma

Statik elektrik yükü gündelik birçok durumda iş başındadır. Statik yük genellikle başka malzemeleri çeken ya da iten, küçük ve kontrolü kolay bir kuvvet alanı üretmek için kullanılır. Daha büyük yükler tehlikelidir ama elektroşok cihazlarında olduğu gibi kullanım alanları vardır.



Saçkremi
Şampuanlar saçı elektrik yüklü yapar. Saç telleri birbirini iter; saç kremi yükü nötrleştirir.



Sprey tabancası
Profesyonel sprey tabancaları, negatif yükle nesnelere çekilmesi için boyaya pozitif bir yük kazandırır.



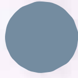
Elektroşok cihazı
Statik bir jeneratör, düzgün çalışmayan bir kalbe yönlendirilecek büyük bir yük oluşturur.



Elektronik kitap
Ekran pozitif (beyaz) ve negatif (siyah) yüklü yağ parçacıkları içeren küreleri çeker ya da iter.



Streç film
Plastik streç filmi rulosundan açmak, ona küçük bir elektrik yükü kazandırır. Bu, filmin diğer nesnelere yapışmasına yardım eder.



Toz filtreleri
Fabrika dumanındaki zararlı parçacıklara bir elektrik yükü verildikten sonra, yüksek elektrik yüklü levhalarınca çekilir.

YILDIRIM ÇARPMASI

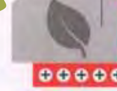
Yıldırım, çok büyük bir statik elektrik boşalmasıdır. Hava iyi bir elektrik iletkeni değildir; bu yüzden fırtına bulutlarındaki yük dağılamaz ve muazzam düzeylerde birikir. Sonunda yere ulaşacak kolay bir yol bulunca zikzaklar çizerek boşalır.



ÖZGÜN METİN



Özgün metin yüzü aşağı dönük yerleştirilir



Pozitif elektrik yüklü levha

1 Işık
Pozitif yüklü bir levhanın üzerindeki özgün belgeye parlak bir ışık tutulur.

Elektrik yükünün örüntüsü, özgün belgenin bir ayna imgesidir



Negatif yük, ışığın ulaştığı yerde kurur

2 Boşalma
Işık, belgenin gölgesindeki alanlar dışında levhayla boşalır.



Negatif yüklü toner

3 Negatif toner
Toner, levhanın pozitif bölgelerine tutunan negatif yüklü tozdur.



Tonerin yapışması için kâğıt hafif ısıtılır

4 Aktarma
Kâğıt levhaya bastırılıp ya da sarılıp toner aktarılır.

5 Son kopya
Bir kopya dışarı verilir. Levhadaki yük devam ettirilip, daha fazla kopya üretilebilir.



Fotokopi makineleri
Bir fotokopi makinesi bir görüntüyü ya da metni görünmez bir statik elektrik örüntüsü olarak yeniden yaratır. Sonra, toneri doğru yere konumlandırıp aslına sadık bir kopya üretmek için bu örüntü kullanılır.

Elektrik akımları

Bir elektrik akımı, bir elektrik yükü akışıdır. Gündelik örneklerde elektrik yükü, bakır tel gibi metallerin üzerinden elektronların devinimiyle taşınır. Bir akımı taşımada iyi olan metale iletken denilir. Yalıtkanlar bir akımı taşımada iyi değildir.



Bir akım yaratmak

Bir elektrik akımı, kıvılcım ya da yıldırım gibi statik bir yükten (bkz. s. 78-79) farklıdır; çünkü burada yük sürekli hareket eder. Yüklü parçacıklar, karşıt bir yüke doğru çekildikleri için hareket ediyorlar. Bir kıvılcım, iki yer arasındaki yük farkından ötürü hareket eder. Kıvılcım, başlangıçta kendisine neden olan yük farkını da ortadan kaldırır. Bir akımdaysa, elektrik yükü farklılığı akımı akış halinde tutar.

NİCELİK	BİRİM
Elektrik akımı, elektrik yükü akışıdır.	**A Amper (amp)**
Voltaj, ya da potansiyel fark akımı yürüten kuvvettir.	**V Volt**
Direnç, elektrik akımının hareketine karşı koymaktır.	**Ω Ohm**

Devreler

Elektrik akımları, işe koşulabilen enerji taşır. Elektronların akışı, suyun tepeden aşağıya akmasına benzer. Akan suyun enerjisi bir su çarkıyla bir makineyi çalıştırmak için kullanılabilir. Elektrik akımı bir kanal yerine devrelerle gönderilir; bu yüzden enerjisi elektrik ampulü, ısıtıcı ya da motor gibi parçalarca kullanılabilir. Enerjinin devrelerle dağıtılma şekli, devrenin tasarımına bağlıdır. İki ana devre tipi vardır: Seri ve paralel.

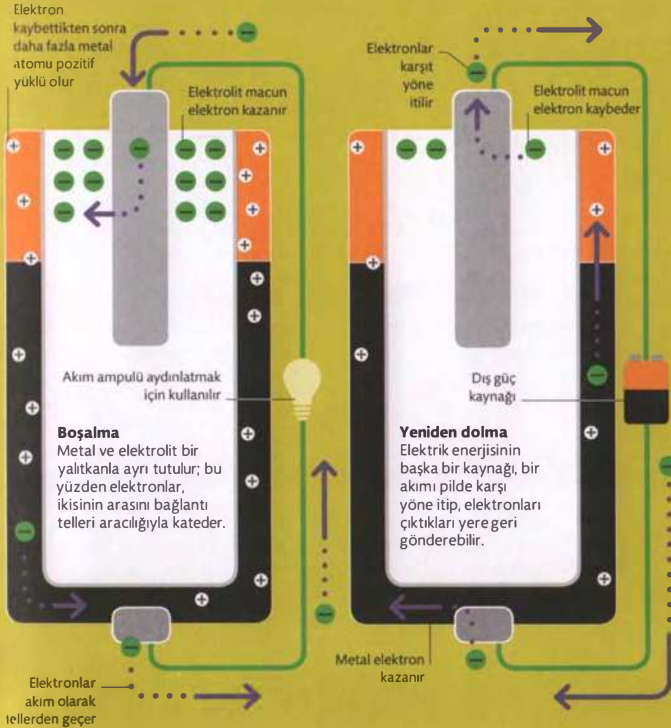


Seri devrede
Ampuller güç kaynağıyla aynı bağlantıyı paylaşır ve elektrik yükü akışı sırayla her birinden geçer. Voltaj paylaşılır, sonuç loş ışık olur.



Paralel devrede
Bu ampuller paralel bir devreyle birbirine bağlıdır. Elektrik yükü her ilmekten birer birer geçer; bu yüzden her ampul güç kaynağından tam voltaj alır ve parlak ışık verir.



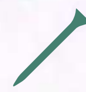


Boşalma
Metal ve elektrolit bir yalıtkanla ayrı tutulur; bu yüzden elektronlar, ikisinin arasını bağlantı telleri aracılığıyla kateder.

Yeniden dolma
Elektrik enerjisinin başka bir kaynağı, bir akımı pilde karşı yöne itip, elektronları çıktıkları yere geri gönderebilir.

SERBET ELEKTRONLAR

Demir gibi pek çok metal, atomunun kabuğundaki elektronlar başka atomların kabuklarında serbest hareket ettikleri için iyi iletkendir. Elektronlara yeterince enerji verilirse, bir elektrik akımı oluşturulabilir. Yalıtkanların -örneğin kauçuk- içindeki atomlar elektronları sıkı tutar, bu yüzden elektrik akımının oluşması zordur.

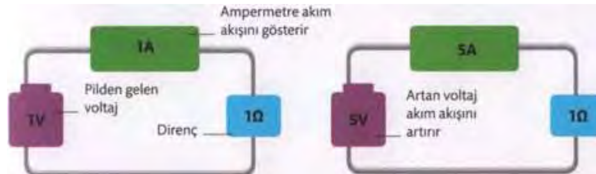

İLETKEN

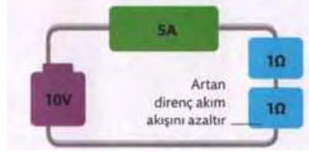

YALITKAN

Ohm yasası

Voltaj, akım ve direnç arasındaki bağlantı Ohm yasasıyla özetlenir. Bir bileşenden ne kadar akım geçtiğini, güç kaynağının voltajına ve devredeki eşyaların direncine bağlı olarak hesaplamak için bu formül (bkz. sağda) kullanılabilir.

AKIM = VOLTAJ / DİRENÇ





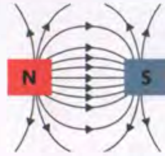
Ohm
Direnç ohm (Ω) denilen birimle ölçülür. 1 Ω direnç, 1 V verildiğinde 1 A'lık bir akımın geçmesine izin verir.

Oran
Akım, voltajla orantılıdır. Voltaj artarsa, direnç aynı kaldığı sürece akım da artar.

Artan direnç
Direnci artırmak, voltajın fazla akım itememesi demektir. Artan voltaj akımı sürdürür.

Manyetik kuvvetler

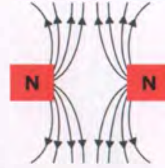
Malzemeler arasındaki manyetik kuvvet, malzemelerin içinde atom-altı ölçekte parçacık davranışının büyük ölçekli bir sonucudur. Mıknatısların bir dizi kullanım alanı vardır ve birçok aygıtın ayrılmaz parçasıdır.



Zıt kutuplar birbirini çeker
Manyetizma kuvveti "zıt kutuplar birbirini çeker" kuralına uyar. Bir mıknatısın kuzey kutbu, başka birinin güney kutbunu çeker. Çekim kuvveti mıknatısları birbirine çeker.

Manyetik alanlar

Bir mıknatıs, her yöne uzanan ve uzaklıkla birlikte hızla azalan bir kuvvet alanıyla çevrilidir. Manyetizma kuvvetinin bir yönü vardır ve alan, bir mıknatısın kuzey kutbu denilen bir noktasından çıkıp, güney kutbuna geri gider. Manyetik alan en çok kutuplarda yoğundur; bu yüzden kuvvetin etkileri en çok orada güçlüdür.



Aynı kutuplar birbirini iter
İki özdeş manyetik kutup, örneğin kuzey kutbu ile kuzey kutbu, birbirini iter. Her iki alandan gelen kuvvet çizgilerinin yönü aynıdır bu yüzden saparlar.

Kuvvet çizgileri
Manyetik alan, bir mıknatısın etrafını saran kuvvet çizgileri olarak düşünülebilir. Çizgiler eşit alan kuvveti noktalarında birleşir ve bir mıknatısın etrafında serpilen demir tozlarıyla görselleştirilebilir.

Kuvvet alanının yönü

Kuvvet çizgisi

GÜNEY

KUZEY

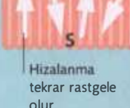
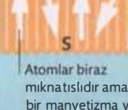
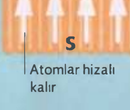
Demir tozları

Manyetik alan, çizgilerin birbirine daha yakın olduğu kutuplarda daha güçlüdür



Manyetizma tipleri

Her atomun kendi minik manyetik alanı vardır ve normalde yönelimleri rastgeledir, bu yüzden genel bir etki üretirler. Bir maddedeki atomlar, dış bir manyetik alanla sıraya sokulursa, minik manyetik alanları birikip tek bir büyük kuvvet alanı oluşturur.

	MANYETİK ALAN YOK	MANYETİK ALAN UYGULANMIŞ	MAYNETİK ALAN KALDIRILMIŞ
Diyamanyetik malzemeler Bakır ve karbon içeren malzemeler, dış alana karşı koyan ve mıknatısları iten bir manyetik alan üretir.	 Rastgele hizalanma	 Hizalanma dış alana karşıttır	 Hizalanma tekrar rastgele olur
Paramanyetik malzemeler Pek çok metal paramanyetiktir. Atomları dış alanla tam olarak aynı hizadadır, bu yüzden mıknatıslara çekilirler.	 Rastgele hizalanma	 Hizalanma dış alanla aynıdır	 Hizalanma tekrar rastgele olur
Ferromanyetik malzemeler Demirdeki ve diğer birkaç metaldeki atomlar, dış alan kaldırıldığında hizalı kalır ve daimi mıknatıs oluşturur.	 Atomlar biraz mıknatıslıdır ama genel bir manyetizma yoktur	 Hizalanma dış alanla aynıdır	 Atomlar hizalı kalır

EN GÜÇLÜ MIKNATIS NEDİR?

Magnetar denilen hızlı dönen nötron yıldızlarının, dünyanınkinden 1000 trilyon kat güçlü manyetik alanları vardır.

MRI TARAYICI, **BÜTÜN VÜCUDU** BİR AN **MIKNATISLAMAK** İÇİN **–265 °C'YE KADAR SOĞUTULMUŞ BİR MIKNATIS** KULLANIR



Elektromıknatıslar

Bir elektromıknatısın manyetizması, demir bir çekirdeğin etrafında dönen bir elektrik akımıyla yaratılır. Yani manyetik alan açılıp kapatılabilir. Elektromıknatıslar modern aygıtlarda çokça kullanılmaktadır.



DÜNYANIN MANYETİZMASI

Dünyanın dış çekirdeğindeki sıvı demir güçlü bir manyetik alan üretir. Manyetik pusula ibreleri, gezegenin manyetik alanıyla hizalandıkları için kuzeyi gösterir. Bu manyetik alan uzaya ulaşıp güney rüzgârına –güneşin ürettiği sıcak, elektriklenmiş gaz patlaması– karşı bir kalkan oluşturur.

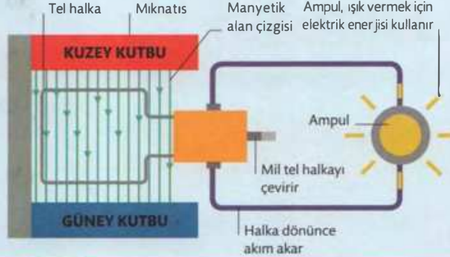


Elektrik üretme

Elektrik çok yararlı bir enerji kaynağıdır. Üretildiği yerden çok uzaklara dağıtılabilir ve bilgisayarlardan arabalara kadar her türlü aygıta güç sağlayabilir.

Akımı başlatma

Bir elektrik jeneratörü elektrik akımı meydana getirmek için indüksiyon denilen bir yöntemi kullanır. Bir tel manyetik bir alandan geçince, içinde bir voltaj ve akım üretilir. Telin kinetik enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülüp, telden geçen bir akım meydana getirilir. Basit bir jeneratör bunu, güçlü bir mıknatısın kutupları arasında tel bir halkayı çok hızlı döndürerek yapar.



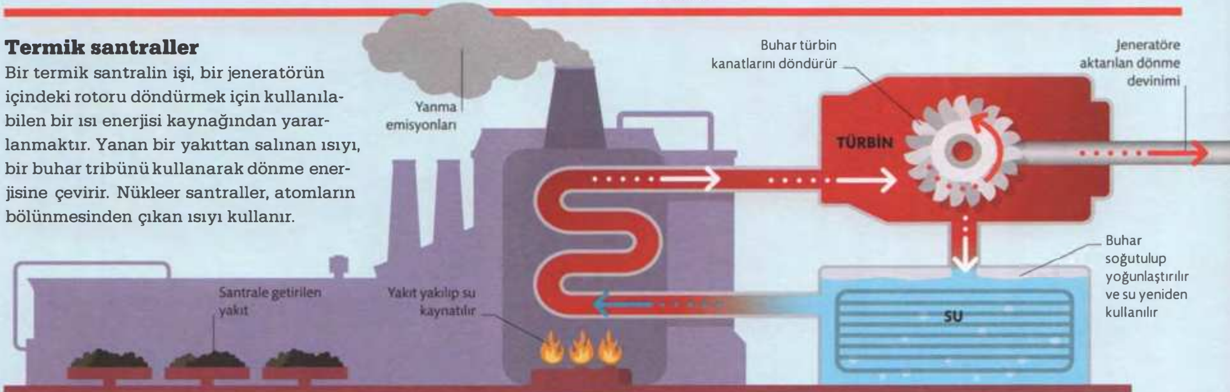
AA VE DA

Tel halkanın manyetik alandan her geçişinde, içindeki akımın yönü yer değiştirir. Bu alternatif akımdır (AA). Elektrik santralları AA üretir; çünkü ikinci bobinde bir akım başlatmak için transformatörlerde (bkz. aşağıda) sürekli ters akıma ihtiyaç vardır. Doğru akımda (DA) tel hatların devreyle bağlantısı her dönüşte değiştirilir, bu yüzden yük yalnızca bir yönde hareket eder.



Termik santraller

Bir termik santralin işi, bir jeneratörün içindeki rotoru döndürmek için kullanılabilen bir ısı enerjisi kaynağından yararlanmaktır. Yanan bir yakıttan salınan ısıyı, bir buhar tribünü kullanarak dönme enerjisine çevirir. Nükleer santraller, atomların bölünmesinden çıkan ısıyı kullanır.



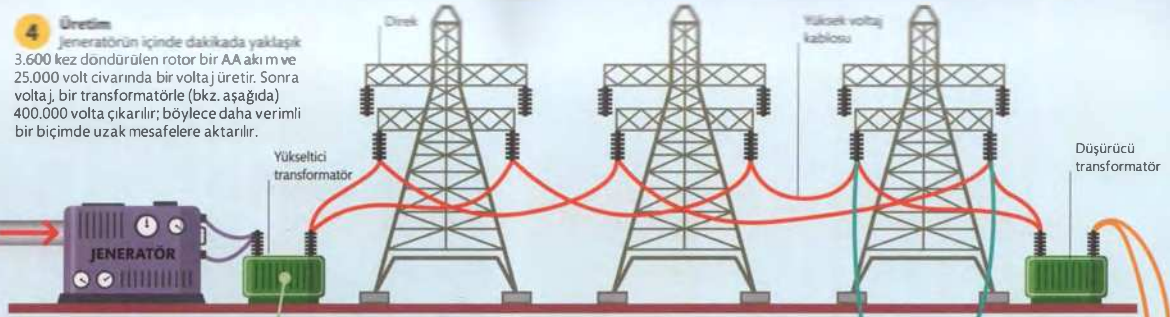
1 Yakıt kullanma
Yakıt, yandığında büyük miktarda ısı salan maddelerdir. Yaygın yakıtlar kömür, doğalgaz ve petroldür. Santraller odun, turba ve çöp de yakar.

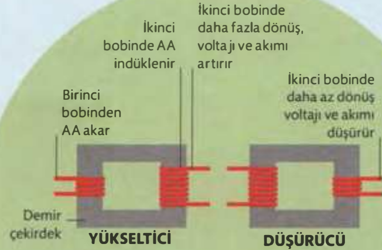
2 Fırın
Fırındaki borulardan akan su, yanan yakıtın ısısıyla kaynatılır. Bu, türbine yönlendirilen yüksek basınçlı buhar üretir.

3 Türbin
Buhar bir türbinden akıp pervane kanatlarını döndürür. Buhar basıncı kinetik enerjiye çevrilip jeneratöre aktarılır.

4 Üretim

Jeneratörün içinde dakikada yaklaşık 3.600 kez döndürülen rotor bir AA akım ve 25.000 volt civarında bir voltaj üretir. Sonra voltaj, bir transformatörle (bkz. aşağıda) 400.000 volta çıkarılır; böylece daha verimli bir biçimde uzak mesafelere aktarılır.





Transformatörler

Transformatör akımı ve voltajı değiştirme aygıtıdır. İki tarafı telle sarılı demir bir halkadır. Sistem bir AA kaynağını gerektirir; çünkü AA'nınsürekli değişen bir elektriksel alanı vardır. Birinci bobinde değişen alan, ikinci bobinde bir AA kaynağını indükler.



KATARLI BİR KİŞİ, SENEGALLİ BİR KİŞİDEN 89 KAT DAHA FAZLA ENERJİ KULLANIR



Fabrika
Fabrikalar 33.000 Volta varan bir aralıkta voltaj kullanır. Kendilerine ait transformatör içeren alt-santralleri olabilir.



Direğe monteli transformatör evler için voltajı düşürür

5 Elektrik sunumu

Yüksek voltajlı şebekedeki akım evlerde kullanılamayacak kadar güçlüdür. Her yerel alanın bir trafosu vardır; burada düşürücü bir transformatör voltajı daha kullanılır bir düzeye indirir.



Ofis binası
Ticari binalar evlerden daha yükse voltajlarda çalışır.



Konut
Ülkeye bağlı olarak evlere sunulan elektrik, 110 ila 240 V arasındadır.

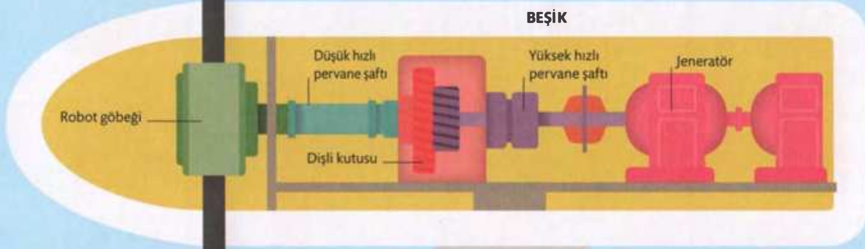
RÜZGÂR

Alternatif enerji

Alternatif güç sistemleri fosil yakıt yerine, havanın ya da suyun doğal devinimi ya da dünyanın ya da güneşin ısısı gibi alternatif enerji kaynaklarını kullanır. Bu durum, onları çevreye daha az zararlı yapar.

Rüzgâr enerjisi

Rüzgâr, havanın yüksek basınçlı bir bölgeden alçak basınçlı bir bölgeye hareketidir. Böyle bir basınç farklılığı, güneşin atmosferi eşitsiz ısıtmasından kaynaklanır. Rüzgâr akışı, rüzgâr türbinleriyle bir enerji kaynağı olarak kullanılabilir.



1 Türbin pervaneleri Kavisli kanatlar ters pervane gibi çalışır. Havayı yakalayıp havanın ileri devinimini dönme hareketine çevirir.

2 Dişli takımı Pervaneler dakikada 15 tur, yani yararlı bir elektrik biçimi meydana getiremeyecek kadar yavaş döner. Dişliler pervane şaftı dönüşünü 1800 devire kadar hızlandırır.

3 Jeneratör Pervane şaftının dönme devinimi, jeneratör tarafından elektriğe dönüştürülür. Jeneratör elektrikli marş motoru olarak da kullanılabilir - akım karşı yönde akıp düşük rüzgârda pervaneleri döndürür.

FOSİL YAKIT KULLANMAKTAN VAZGEÇEBİLİR MİYİZ?

Alternatif enerji arzı ihtiyaçlarımızı karşılamaya yeter ama tüm fosil yakıtlardan vazgeçmeden önce büyük miktarda elektrik depolamanın yollarını geliştirmeliyiz.

HİDROELEKTRİK

Alternatif enerji sistemlerinin sorunlarından biri, güvenilir bir enerji arzı bulmaktır. Hidroelektrik santralleri, ırmakların akışını işe koşan barajları kullanır. Tüm alternatif enerjinin üçte ikisini ve tüm elektrik arzının yaklaşık beşte birini üretirler. Su aktıkça potansiyel enerjisi, barajın içindeki bir su türbinini çalıştırıp elektrik üretmek için kullanılan kinetik enerjiye dönüşür.







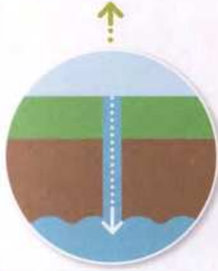




2 Su çıkışı
Yanardağ sıcaklığı suyu 100°C'nin üstünde ısıtır. Yüksek basınç koşullarından ötürü suyun çoğu sıvı halde kalır; bu yüzden yeryüzüne sıcak su ile buharın bir karışımı gelir.

3 Buhar meydana getirme
Buhar sudan ayrılıp, türbine yönlendirilen yüksek basınçlı bir akış yaratılır. Yüzeye ulaşan suyun soğutma kulelerine dönmesine olanak verilir.

4 Jeneratör
Yüksek basınçlı buhar, normal bir termik santralda olduğu gibi türbin pervanelerini döndürür. Sonra dönme kinetik enerjisi jeneratöre aktarılıp elektrik üretilir.



1 Su girişi
Bir kuyudan ya da sondaj deliğinden yerin derinliklerinde –çoğu kez yüzeyin 2.000 metre ya da daha fazla altında– bir yeraltı suyu rezervuarına soğuk su pompalanır.

Doğal ısı

Elektrik üretmek için hava ve su deviniminin yanı sıra doğal ısı kaynakları da kullanılabilir. Yoğunlaştırılmış güneş enerjili elektrik santrallerinin, güneş ışığını yoğunlaştıracak şekilde düzenlenmiş aynaları vardır; bununla su kaynatılır ve bir türbin döndürülür. Yerin iç ısısının yüzeye özellikle yakın olduğu ve bir enerji kaynağı olarak kullanılabildiği yanardağ bölgelerinde jeotermal santraller kurulur.



5 Soğutma kulesi
Buhar, büyük soğutma kulelerinin içinde soğumaya ve tekrar yoğunlaşıp sıvılaşmaya bırakılır. Su soğuyunca döngüyü tekrar başlatmak üzere yeraltına pompalanmaya hazır hale gelir.

Biyoyakıt

Biyoyakıtlar, fosil yakıtların potansiyel olarak daha az kirletici alternatifidir. Canlı şeylerin yetiştirdiği hammaddeler kimyasal olarak değiştirilerek yapılabilir. Üç ana kaynak vardır: Tahıl, ağaç ve alg. Tahıl ve ağaç çevre için sorun yaratıyor ama alglerin, gelişiminin ilk evrelerinde olmasına rağmen, sonunda düşük maliyetli, kirliliği düşük yakıtlar sağlayacağı umuluyor.



Elektronik nasıl çalışır?

Elektronik, elektrikli bileşenler ve bunları devrelerde kullanma teknolojisidir. Elektrik akışını kontrol etmek için kullanılan transistörleri içerir ve pek çoğunun hareketli parçaları yoktur.

Yarıiletken nasıl olur?

İletkenlerin bir akımı taşıyabilen elektronları vardır (bkz. s. 81); yalıtkanlarınsa, elektronların akmasını ve bir akım oluşturmasını durduran büyük bir enerji engeli ya da bant aralığı vardır. Silikon gibi yarıiletkenlerin küçük bir bant aralığı vardır; bu yüzden, elektriğin onu taşıyan bir iletkene geçişini engelleyen bir yalıtkan olmaktan çıkabilir.

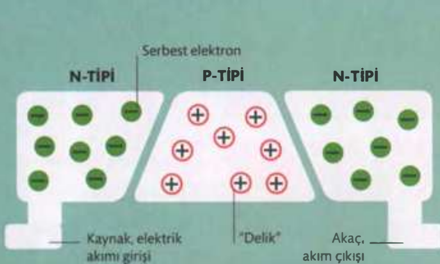


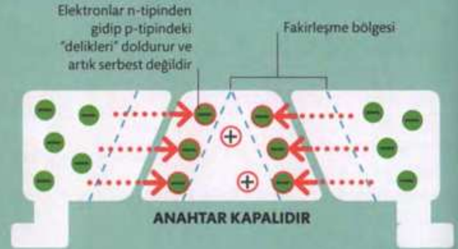
Bir transistörün içi

Bir bilgisayarın beyni, bir çip üzerindeki elektronik devrelerden oluşur. Bir komut kümesiyle –program– bu devrelere ne yapacakları söylenir. 1940'ların sonunda yarıiletken bir aygıt olan transistör icat edildi ve vakum tüpler kullanan ve hiç güvenilir olmayan ilk elektronik aygıtların yerini aldı. Transistör, "katkılanmış" ya da elektriksel özelliklerini değiştirmek için başka maddeler eklenmiş silikon kristallerinden oluşur. Sonuç, bir elektrik akımının akışını çok kesin bir biçimde kontrol etmeye uygun bir aygıttır.



BİR TRANSİSTÖR İÇİN BEKLENEN **MİNİMUM BÜYÜKLÜK 2 ŞEKER MOLEKÜLÜNE** EŞİTTİR





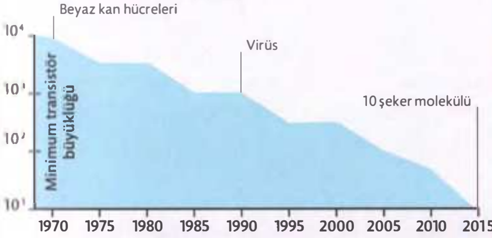
1 Temelyapı
Bir transistör, iki n-tipi yarıiletken arasına sıkıştırılmış bir p-tipi yarıiletkenden oluşur. N-tipinin fazladan bir elektronu vardır ve negatif yüklüdür. P-tipi, bir pozitif yük fazlası işlevi gören "delikler" içerir.

2 Fakirleşme bölgesi
N-tipi bölgelerden elektronlar, pozitif yük tarafından p-tipi bölgeye çekilir. Bu, bir akımı taşıyacak serbest elektronların bulunmadığı fakirleşme bölgeleri yaratır. Bu evrede hiçbir akım akamaz ve transistör anahtarı "kapalı"dır.



MOORE YASASI

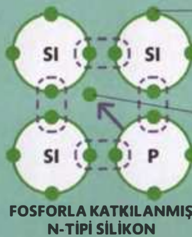
1965'te, Intel elektronik şirketinin eş kurucusu Gordon Moore, transistörlerin her iki yılda bir yarı yarıya küçüleceğini öngördü. Şimdiye kadar Moore yasası genel olarak doğru çıktı. Bugün standart transistörlerin 14 nanometre uzunluğunda bir tabanı vardır. Bu boy daha da küçülebilir ama elektronik teknoloji gelecek on yılda sınırlarını zorlayacak; burada taban boyu, bir akıma fiili engel oluşturamayacak kadar küçülür.



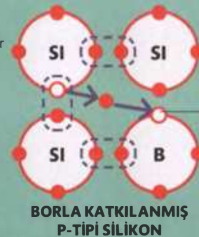
SİLİKON NEREDEN GELİR?

Silikon, yer kabuğundaki ikinci en yaygın elementtir. Erimiş demirle karışık silikon içeren kum yakılarak arıtılır.

Silikon katkılama
Silikon katkılamanın amacı, elektron sayısını artırmak ya da azaltmaktır. Fosfor atomları eklemek fazladan bir elektron getirirken, bor eklemek bir elektronu götürüp kristalde boş bir alan ya da "delik" yaratır.



FOSFORLA KATKILANMIŞ N-TİPİ SİLİKON



BORLA KATKILANMIŞ P-TİPİ SİLİKON



3 Yük uygulama
Bir transistörün, akımın girip çıktığı bir kaynak ile bir akacının yanı sıra, taban denilen ve p-tipi bölüme pozitif bir yük uygulayan üçüncü bir elektrik kontağı vardır. Anahtar açıldığında taban, elektronları fakirleşme bölgesine çeker.



4 Hareket eden akım
Taban, transistörde bir serbest elektronlar bölgesi yaratıp fakirleşme bölgesini daraltır; böylece bir elektrik akımı geçebilir. Bu durumda transistör "açık"tır. Taban kapatılınca, elektronlar durur ve transistör anahtarı tekrar "kapanır."

Mikroçipler

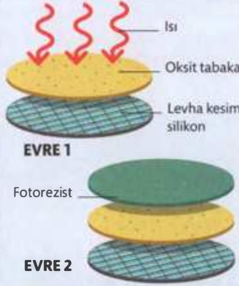
Mikroçip, telefondan tost makinesine kadar her tür gündelik nesnede bulunan bir teknolojik parçadır. Bir mikroçip yapmak, minik elektronik bileşenleri bir parça saf silikon üzerinde birleştirmeyi gerektirir.

Bir mikroçip yapmak

Mikroçip tümleşik bir devredir; tüm parçalar ve parçalar arasındaki elektrik bağlantıları tek bir malzeme parçası üzerinde imal edilir. Mikroçip devre sistemi silikon yüzeye oyulur. Minik teller bakırdan ve başka metallerden yapılırken; transistörler ve diğer elektronik parçalar silikon katkılanarak (bkz. s. 88-89) ve başka yarıiletkenler eklenerek yapılabilir.

EVCİL BİR HAYVANDAKİ MİKROÇİP NEDİR?

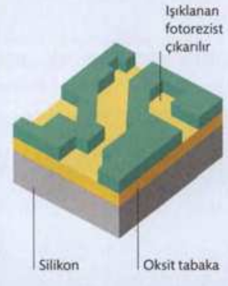
Mikroçipin bu tipi minik bir radyo vericisi içerir ve hayvanın derisinin altına yerleştirilir. Bir okuyucu yaklaştırılınca, sahibinin ayrıntılarıyla ilgili benzersiz bir kod verir.



1 Kaplamalar
Saf silikondan bir levha ısıtılıp yüzeyde ince bir oksit tabaka yaratılır. Sonra fotorezist denilen ışığa duyarlı bir kaplama eklenir.



2 Işıklama
Saydam bir malzemenin üzerine çipin tasarımının büyük negatifi çizilir. Işıklar tasarımı fotoriziste odaklar. Her levhada, birçok özdeş çipe yer vardır.



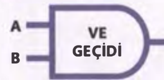
3 Yıkama
Levhanın ışığa tutulan parçaları yıkanıp temizlenir; oksit tabakanın altındaki örüntü açığa çıkar. Tasarımın bazı özellikleri yalnızca birkaç düzine atom genişliğindedir.

Mantığı kullanma

Tümleşik bir devre, mantık geçitlerini oluşturan transistör ve diyot bileşimlerini kullanarak kararlar verir. Mantık geçitleri gelen elektrik akımlarını karşılaştırır ve mantık matematiğine dayanan yeni bir akım gönderir. Boole cebiri olarak bilinen bu mantık tipinin, yanıtın her zaman 1 ya da 0 ile temsil edilen doğru ya da yanlış olduğu bir işlem kümesi vardır.

VE geçidi
Bu bileşenin iki girdisi vardır. Yalnızca her iki girdi 1 ise açıktır (bir 1 çıkarır).

GİRDİ



ÇIKTI

Girdi A	Girdi B	Çıktı
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

YA DA geçidi
VE geçidinin tersi olan YA DA geçidi, her iki girdi 0 olmadıkça her zaman bir 1 çıkarır.

GİRDİ



ÇIKTI

Girdi A	Girdi B	Çıktı
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



ELEKTRONİK BİLEŞENLER

Diğer devre bileşenleri gibi elektronik bileşenler de bir dizi simgeyle temsil edilir. Çip tasarımcıları yeni tümleşik devreler yaratırken bunları kullanırlar. Modern çiplerin birkaç milyar bileşeni vardır; bu yüzden insan tasarımcılar, yüksek düzeyli bir çip mimarisi hazırlar ve bir bilgisayar bunu, bir mantık geçitleri devresine dönüştürür. Yeni bir çip tasarımını yaratmak ve test etmek binden fazla insanı gerektirir.



Diyot
Akımın tek yönde geçmesine izin veren tek yönlü kanal



Işık yayan diyot
Bir yarıiletken kullanıp elektronların renkli bir ışık salmasını sağlar



Fotodiyot
Yalnızca ışık tutulunca akım yaratır



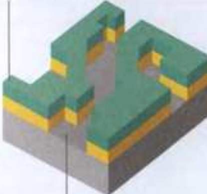
NPN transistör
Tabana bir akım uygulandığında açılır



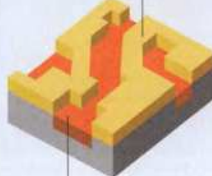
PNP transistör
Tabanda akım olmadığında açılır



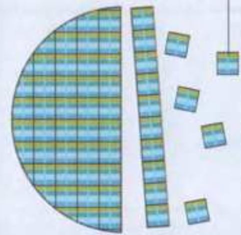
Kondansatör
Tekrar devreye salınabilen yükü depolar



4 Oyma
Oksit tabakanın ışıklanan bölümlerini çıkarmak için kimyasallar kullanılır; silikon levhanın yüzeyine kesin şekilli kanallar oyulur.



5 Katkılama
Yararlı özellikler kazandırmak için silikon katkılanır ve kanallar, hassas kimyasal karışımlarla doldurulup bileşenler yaratılır.



6 Kesme ve yerleştirme
Çipler levhadan koparılır ve plastikten ya da camdan koruyucu bir kaplamayla kaplanır. Bir devre kartına yerleştirilince diğer çiplere ve bir güç kaynağına bağlanır.

DEĞİL geçidi
Bu mantık geçidi girdiyi değiştirir; bu yüzden girdi ne olursa olsun her zaman değil çıkarır.

GİRDİ

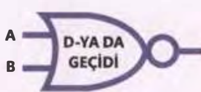


ÇIKTI

Girdi	Çıktı
0	1
1	0

D-YA DA geçidi
Dışlayıcı YA DA veya D-YA DA geçidi girdi farkını saptar ve girdi aynı ise her zaman bir 0 çıkarır.

GİRDİ



ÇIKTI

Girdi A	Girdi B	Çıktı
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

SON MODEL TRANSİSTÖRLERİN YÜZ MİLYONLARCASI BİR TOPLU İĞNE BAŞINA TAKILABİLİR

Bilgisayarın temeli

Ortak girdi aygıtları bir fare, klavye ve mikrofonu içerir. Bu aygıtlar kullanıcının etkinliğini, genellikle rastgele erişimli belleğe (RAM) gönderilen sayı dizilerine dönüştürür. Sonra girdiler sırayla merkezi işlem birimine (CPU) çağrılır ve orada girdi üzerine hesaplar yapılıp, bir çıktı üretilir. Çıktı daha sonra kullanılmak üzere sabit sürücüde depolanabilir ya da örneğin bir ses sinyali olarak ya da yazıldıkça ekranda görünen harf olarak bir çıktı aygıtına gönderilir.

İnternet
İnternette ulaşılan veriler ve komutlar bir bilgisayarın girdisi olarak kullanılabilir. Bilgisayar da internete çıktı verebilir ve bir kullanıcının verileri internette ya da "bulutta" depolanabilir.

İNTERNET

MONİTÖR

HOPARLÖR

HOPARLÖR

CPU

RAM

SABİT SÜRÜCÜ

BİLGİSAYAR KASASI

GİRDİ

ÇIKTI

Girdi bilgisi RAM'e gider

Bilgi sabit sürücüde depolanır

Çıktı sinyalleri çıktı aygıtlarına gider

Monitör, fare hareketi gibi girdi aygıtlarından gelen eylemi gösterir

Bir yazıcının bir tarayıcısı varsa, aynı zamanda bir girdi de olabilir

FARE

KLAVYE

YAZICI

Bilgisayar çekirdekleri
CPU bilgisayarın beynidir. Daha hızlı, daha güçlü bilgisayarlar birden fazla CPU'yu eşzamanlı kullanır ve örneğin çift çekirdekli ya da dört çekirdekli olarak nitelenir.

Bilgisayarlar nasıl çalışır

En basitiyle bir bilgisayar bir girdi sinyalini alıp, önceden programlanmış bir kurallar kümesine göre bir çıktı sinyaline dönüştüren aygıttır. Böyle bir sistemin gerçek gücü, bir insandan daha hızlı ve daha doğru hesap yapabilmesidir.

BİLGİSAYAR KODLARI

Bir CPU 8, 16, 32 ya da 64'lük diziler halinde yalnızca 0'ları ve 1'leri kullanarak veri işler. İnsanlar çoğu kez bu uzun ikili kodu on altılı sistem, on altı rakam kullanan bir sayma sistemi şeklinde basitleştirir: 0'dan 9'a kadar, sonra 10'dan 15'e kadar rakamları temsil eden A'dan F'ye kadar harfler.





1111 = 15 = F
İKİLİ — ON ALTILI



İnternet nasıl çalışır?

Bir bilgisayar ağında bilgisayarlar doğrudan bağlantılıdır ya da diğer bilgisayarlar üzerinden iletişim kurar. İnternet, merkezi bir kontrol noktası olmayan bir ağdır. Veriler bir kaynak aygıttan alıcıya gönderilir.

DÜNYANIN EN HIZLI SÜPER BİLGİSAYARI SANİYEDE **93 KATRİLYON** HESAPLAMA YAPAR



1 Mesaj
İnternet trafiğinin bir biçimi – bir görüntü ya da e-posta gibi- bölünebilir; 1'lerden ve 0'lardan oluşan dijital bir kod olarak iletilir.

Gönderen bir görüntü seçer

2 Paketler
Görüntü bir kurallar kümesine, normalde İletim Kontrol Protokolüne (TCP) göre paketlere bölünür.

Görüntü paketlere bölünür

3 Başlık
İletimden önce her pakete, nereden geldiği, nereye gideceği ve özgün görüntüde nereye ait olduğuna ilişkin bilgi içeren bir başlık verilir.

Paketler bağımsız bir biçimde farklı yollardan seyahat eder

İnternet bilgisayarları, yönlendirici denilen dağıtım noktalarıyla birbirine bağlar

4 Sevk
Her paket, İnternet Protokolü (IP) denilen, her paketi bir sonraki en yakın internet sunucusuna gönderen bir sistemle kontrol edilen internette fiziksel olarak yol alır.

Paketler tekrar doğru sırayla bir araya getirilir

5 Alınan veri
Paketler yeniden bir araya getirilir ve TCP ile yapılabilen bir sağlama toplamı kullanılarak kontrol edilir. Bu hesaplama, görüntünün hatasız olduğunu doğrular.

Hatasız görüntü alıcıya gösterilir

Sabit disk sürücüler

Pek çok masaüstü bilgisayar, ana depo olarak bir sabit disk kullanır. Veriyi, mıknatıslı ve mıknatıssız alanların fiziksel bir örüntüsü olarak kaydeder. Güç kaynağı kapatıldığı zaman bu örüntüler yerinde kalır. Her sabit sürücünün, her biri dakikada binlerce kez dönen birkaç plağı vardır. Telefon ve ince dizüstü bilgisayar gibi bazı günümüz bilgisayarları, bir sabit disk yerine, veriyi arabağlantılı bellek çiplerinde depolayan yarıiletken flaş bellek kullanır.



Okuma ve yazma
Her plak okuma-yazma kafası tarafından taranır. Kafanın elektromıknatısı plaktaki örüntüleri saptayabilir ve yeni örüntüler de yazabilir.

BAYT NEDİR?

Bir bilgisayar kodunda bir rakama bir bit veri denilir. Bunlar çoğu kez sekiz bitlik diziler halinde işlenir ve bu sekizlik küme bir bayt veri oluşturur. Dört bite yani bir baytın yarısına, dörtlü denilir.

Sanal gerçeklik

Yıllarca teknoloji sanal gerçekliğin (SG) başarabildiklerine ilişkin beklentilerimizi karşılamadı ve ancak şimdi SG uygulamaları yaygınlaşıyor. Bir SG başlığı, bir kullanıcıyı başka bir yerde olduğuna inandırabilmek için çok şey yapmalıdır.

Bir SG başlığının içi

"Sanal" terimi bu bağlamda kullanıldığında, gerçek olmayan ama gerçekmiş gibi görülen, manipüle edilen ve etkileşime girilen bir şeye işaret eder. Nesnelerin bir camın "arkasında" göründüğü bir aynada oluşan sanal görüntü, bunun iyi bir örneğidir. Bir SG başlığının bir ekran kullanıp, kullanıcının görüş alanını sanal sahnenin bir bölümüyle doldurur. Başlığı hareket ettirmek, sahne görüntüsünün değişmesiyle sonuçlanır.

Baş kayışı ekranı sıkı sıkıya yerinde tutar

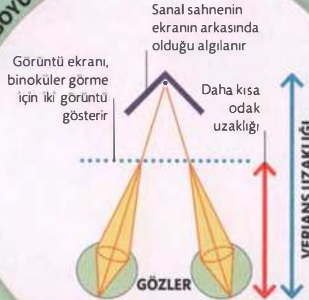
Kulaklık ses sağlar

Mask dış ışığı engeller

Ekran konumu odaklanabilir

Takip cihazı devinimi saptar



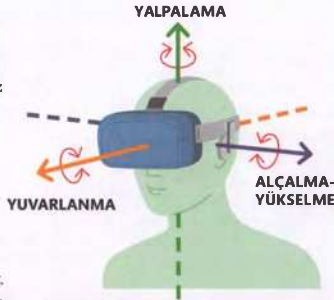


Binoküler görme
SG ekranı iki görüntü, her göz için birer görüntü gösterir. Sağ göz, sol göze kıyasla biraz sağa kaydırılmış bir görüntü görür. Bu sisteme stereoskopi denilir ve gerçek görmeyi taklit edip 3 boyutlu bir sanal sahne yanılsaması yaratır.



İzleme

SG deneyimini daha sarıcı yapmak için, başlık kullanıcının kafa ve göz hareketlerini izler ve gösterilen sahneyi buna uygun olarak değiştirir. Yani kullanıcı sanal ortamı doğal bir biçimde seyredebilir. Kullanıcının kol ve bacaklarını izlemek için, vücuttan yayılan kızılötesi ışık demetlerini sektiren ayrı bir aygıt kullanılabilir. Bu, kullanıcıların sanal çevreyle daha fazla etkileşmesine olanak verir.



Kafa izleme
Başlıkta, akıllı telefonlardakine benzer sensörler kullanıcının kafasının üç eksende devinimini izler. Bu bilgi, sanal sahnede daha büyük ölçekli düzeltmeler için kullanılır.



Göz izleme
İnsan gözleri bir sahnenin yalnızca küçük bir bölümüne odaklanır; bu yüzden bazı SG görüntüleri o noktada en keskin görüntüyü sunar. Göze kızılötesi ışık tutulur ve bir kamera yansımaları çözümleyip görüntünün yönünü izler.

EKRAN

ANAKART

DIŞ KASA

Ekran her göze birer görüntü sunar

Anakartta güçlü grafik işlemci görüntüyü kontrol eder

Algıları değiştirmek
SG başlıkları bir kullanıcının algısını aldatır; bu yüzden, bilgisayarla sağlanan 3 boyutlu ortamda olduğunu deneyimler. Görüntü ve ses kullanan aygıtların yanı sıra, eldivenlerde ya da vücudun diğer bölümlerinde "dokunsal" aygıtlar kullanıcının sanal nesneleri hissetmesine olanak verir.

ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ GERÇEKLİK

Zenginleştirilmiş gerçeklik (ZG), SG'ye benzer bir teknoloji kullanır ama ZG'de bilgisayar-ürünü grafikler gerçek sahnenin üzerine bindirilir. ZG kullanıcıları bir sahneyi canlı kamera yayınıyla -örneğin bir akıllı telefonda- görebilir ya da içerik, gözlük gibi saydam bir ekrana yansıtılabilir.



STEREOSKOPİ FOTOĞRAFTAN ÖNCE, 1838'DE İCAT EDİLDİ

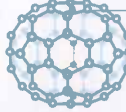
Nanotüpler

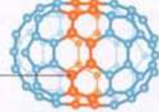
Karbon nanotüpler yalnızca birkaç nanometre çapında silindirik yapılardır. Şimdilik milimetre ölçeğiyle sınırlıdırlar ama daha uzun nanotüpler bir malzemeyi çelikten birkaç kat daha güçlü yapabilir; ayrıca düşük yoğunluk gibi başka yararlı özelliklere sahip olabilir.

AY'A ULAŞAN BİR NANOTÜPTEN BİR HAŞHAŞ TOHUMU KADAR BÜYÜK BİR TOP YAPILIR





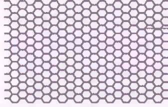


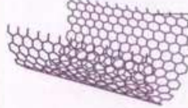


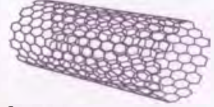
1 Nanotüpleri büyütme
Nanotüp yapmanın bir yolu, büyütmektir. Başlangıç noktası, bucky küresi olarak bilinen, doğal yolla oluşan 60 atomlu karbon küredir.

2 Altıgen ekleme
Pek çok küre karbon atomu altıgenlerinden oluşur. Bir bucky küresinin uzunluğu, daha fazla altıgen eklenerek artırılır.

3 Uzunluğu artırma
10 karbon atomlu ardışık halkalar küreye eklenir. 1 mm uzunlukta tüp 1.000.000'dan fazla atom içerir.







1 Nanotüpleri yuvarlama
Nanotüp yapmanın bir yolu da, karbon altıgenlerden oluşan, bir atom kalınlığında, grafen denilen bir tabakayı yuvarlamaktır.

2 Esnek ve güçlü
Grafen her yönde çok sıkıdır; yani esnetilebilir ve farklı konumlara bükülebilir - burada yuvarlanır.

3 Sarma
Bir grafen tabakasını yuvarlamak tek-duvarlı bir nanotüp üretir. Bir tüp diğerinin içine konularak çok-duvarlı nanotüpler yaratılır,









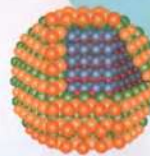


NANOMETRELER

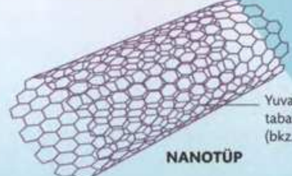


Minik teknoloji
Nanoparçacıkların hacimlerinden ötürü çok geniş bir yüzey alanları vardır; yani çok hızlı tepki verebilirler. Nanoparçacıkların, aynı maddelerin diğer ölçeklerde paylaşmadığı benzersiz özellikleri vardır. Nanoparçacıkların, bir kişinin vücudunda kan dolaşımıyla beyne girerek zarar verebilecek kadar küçük olmasına ilişkin kaygılar vardır.









NANOYAPILAR



Nanoteknoloji

Minyatürleştirme, uzun süredir mühendisliğin bir hedefiydi. Nanoteknoloji, bireysel atomlardan ve moleküllerden minik makineler yapmayı amaçlar.

Nanoölçek

"Nano" öneki "milyarda bir" demektir – bir metrede bir milyar nanometre (nm) vardır; bir nokta (.) işaretiyse, bir milyon nm çapındadır. Nanobot da denilen nanomakineler, nanoölçekte iş yapabilen ve genişliği 10 ila 100 nm arasında olan teorik makinelerdir.









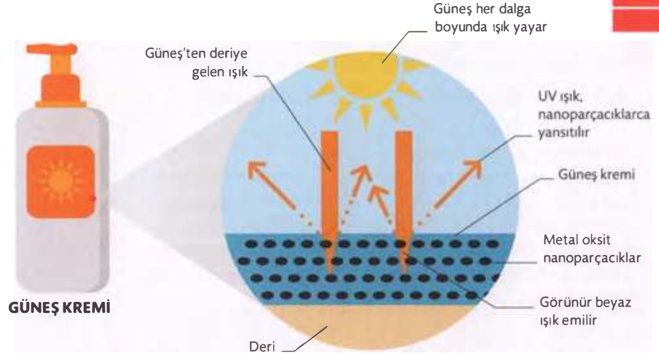


Nanoteknolojinin kullanım alanları

Nanoteknoloji inşaatın, tıbbın ve elektroniğin geleceğini değiştirme yolundadır. Bir teoriye göre, nanobot denilen minik makineler vücudun içinde çalışıp ilaç dağıtabilir. Başka bir öneriye göre nanoölçekte aletler molekülleri bir araya getirip nesneleri oluşturabilir. Bu teknolojiler daha on yıllarca ötededir ama nanoölçekli malzemeler şu anda kullanımdadır. Örneğin çizilmeye dayanıklı cam, yalnızca birkaç nanometre kalınlığında ve bu nedenle saydam olan alüminyum silikat nanoparçacık tabakasıyla sertleştirilir.

Saydam güneş kremi

Güneş kremlerinde çinko ve titanyum oksit nanoparçacıkları kullanılır. Minik kristaller zararlı ışınları deriden uzaklaştırır.





OLEDTV
Organik ışık yayan diyot (OLED) teknolojisi, bir molekül tabakasını elektriklendirerek ışık meydana getirir. OLED ekranlar ince ve esnektir.



Daha küçük bilgisayarlar
Çok geçmeden tel-benzeri nanotüpler ve kuantum noktaları bileştirilip daha küçük ve daha güçlü mikroçipler yapılabilir.



Mega yapılar
İnşaat malzemelerine nanotüpler eklemek onları daha güçlü yapar ve bu durum, gelecekte daha büyük yapılara olanak verebilir.

DNA KULLANMA

DNA'nın yararlı özelliklerinden biri de, kendi kopyalarını yaratabilmesidir; bir DNA zinciri, yeni biri için şablon işlevi görür. Bu kendini kopyalama özelliği kullanılıp DNA'dan yapılmış nanoölçekli aygıtlar yapılabilir; bu aygıtlar, teorik olarak DNA'nın şeklini değiştirip makine gibi çalıştırabilir.



Robotlar ve otomasyon

Robot, karmaşık işler yapması için üretilen bir makinedir. Bir insan tarafından uzaktan kumandayla çalıştırılabilir ama genellikle otomatik çalışacak şekilde tasarlanır.

Robotlar neye yarar?

Bir robotun parçaları farklı yönlerde birbirinden bağımsız hareket edebilir. Bu durum, aksi takdirde insan bir işçiyi gerektirecek karmaşık bir işi tamamlamak için gerekli eylemleri robotun yerine getirmesine olanak verir. Robotlar, tehlikeli yerlerde çalışmak ya da tekrarlı işler yapmak gibi avantajlar sunan uygulamalarla sınırlıdır.

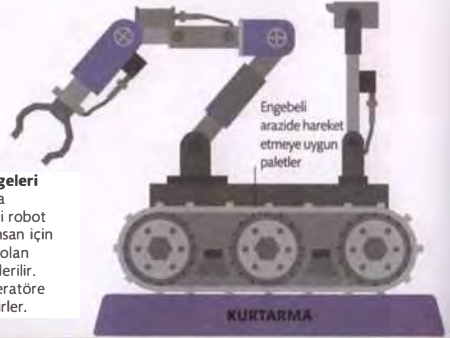
ROBOTLAR İNSANLARIN YERİNİ ALIR MI?

Mekanik robotlar az sayıda özel iş için tasarlanır ve insan vücudu kadar çok yönlü bir makinenin hâlâ çok uzağındayız.



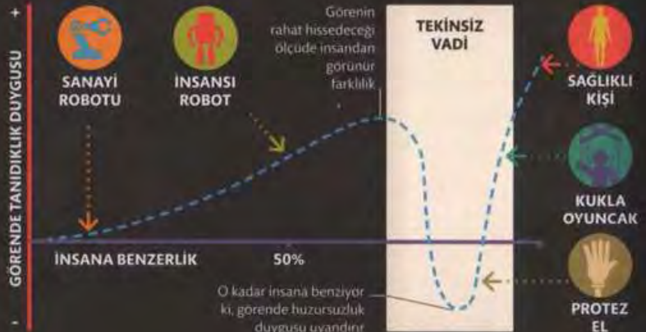
Tekrarlı işler
Montaj robotları bir işi tekrar tekrar yapacak şekilde tasarlanır. Asla yorulmaz ya da sıkılmazlar ama öngörülmeyen bir olay karşısında eylemlerini değiştiremezler.

Tehlike bölgeleri
Bomba-imha robotları gibi robot araçlar, bir insan için çok tehlikeli olan yerlere gönderilir. İnsan bir operatöre bilgi gönderirler.



Actroid

Birçok mühendis insan formunu taklit eden makineler yapmaya kalkıştı. Bu alandaki son gelişmelerden biri Actroid'dir: Konuşmaları ve yüz ifadelerini tanıyan ve tepki veren canlı gibi, yumuşak tenli bir robot. Ne var ki, tasarımcılar tekinsiz vadiyle, cansız insan kopyalarını canlı insanlara benzemeye yaklaştıkça tuhaf, hatta korkutucu göründükleri bir fenomenle başa çıkmak zorundadırlar.

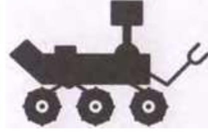




KADEMELİ MOTOR

Eğilen ya da dönen robot eklemleri, kademeli motor denilen bir motor türüne dayanır. Bu motor her biri bir mili her seferinde birkaç derece hareket ettiren bir dizi elektromıknatıs kullanır. Sonuç olarak, motora çok hassas dönüşler yaptırılabilir.





MARS ARACI CURİOSİTY, ANALİZ ÖRNEKLERİNİ 7 METREDEN BUHARLAŞTIRABİLİR

Öteki dünyalar
Mars keşif araçları gibi seyyar bilim laboratuvarları, operatörlerin gönderdiği rotaları izler ama tehlikelere otomatik yanıt da verebilirler.

Hassasiyet şart
Ameliyat robotları ya insan bir doktorun yönlendirmesiyle ya da önceden planlanmış bir sıraya uygun olarak çok hassas kesiler ya da prosedürler gerçekleştirebilir.







Düşük statülü rol
Temizlik yapan ya da yük taşıyan robotlar bir gün insanların yerini alabilir ama bu işi yapabilen bir robot tasarlamak çok zordur.

Sürücüsüz arabalar

Yollarda otomatik giden ve çevreye tepki veren arabalar bir robot tipidir. Robotik parçalar yönlendirme ve gaz verme işini yapar ama sürücüsüz bir arabanın başarısı, etrafında neyin nerede gerçekleştiğini yorumlama yeteneğidir. Çevrenin tam bir resmini yaratmak için farklı algılama sistemleri kullanılır.



Rotayı planlama
Yolcu bir GPS sistemi kullanıp bir rota seçer. Ondan sonra araba, karşılaşacağı kavşakları ve yol tiplerini bilir.



Kamera
Yolu, tabelaları ve diğer yol işaretlerini algılar.



Radar
Hareketli ya da hareketsiz nesnelerin yönünü ve hızını alır.



LiDAR
Lazer-tabanlı dedektör nesnelerin büyüklüğünü ve şeklini ortaya çıkarır.

Yapay zekâ

Zekâ, geçerli koşullarda neyin uygun olduğuna karar verme yeteneği olarak düşünülebilir. Bilgisayar biliminin bir hedefi de, yapay zekâ (AI) kullanan aygıtlar yapmaktır.

Zayıf mı, güçlü mü?
Pek çok yapay zekâ zayıftır; insan yaratıcıların saptadığı ölçütler dışında çalışamazlar. Güçlü bir yapay zekâ potansiyel olarak daha fazla çok-yönlüdür - bir insan beyninin yapabildiği neredeyse her şeyi yapabilir. Bir şey bilmediğini ve daha sonra öğrendiğini bilecek kadar zeki olur.

YAPAY ZEKÂ ÜSTÜN GELEBİLİR Mİ?

Yapay zekânın çok yakın zamanda bizden daha zeki olması olası değildir ama kendimiz için kararları alma hususunda yapay zekâlara bel bağlayacağız - nasıl yaptıklarını anlamayacağız.

ZAYIF



Dar yapay zekâ
Sosyal medya haber akışı gibi bir öneri motoru dar bir yapay zekâdır. Zaten gördüklerinizle yakından bağlantılı öğeleri arayabilir ve seçebilir.



Uzman
Bir satranç bilgisayarı, bir uzmanlık sistemidir. Uzman bir insan satranç oyuncusunun derlediği bir veri tabanına başvurarak hamlelere karar verir.



Sestanıma
Ses kumandalı bir yardımcı, konuşulan sözcükleri tanımayı ve ifadeleri çözümlemeyi öğrenip en iyi yanıtları verir. Ne var ki, anlamı idrak etmez.



Genel yapay zekâ
IBM'in Watson'ı, oyun oynamaktan doktor önermeye kadar bir dizi sorunu, hepsini aynı çerçeveye dayanarak çözebilen bir hesaplama sistemidir. Herhalde genel yapay zekâya en yakın aygıttır.



Kuantum bilgisayar
Yapay zekânın geleceği, yeni bir işlemci türünün bugünün süper bilgisayarlarından bile daha fazla veri işleyebildiği kuantum bilgisayarında olabilir.

GÜÇLÜ

Yapay zekâ tipleri

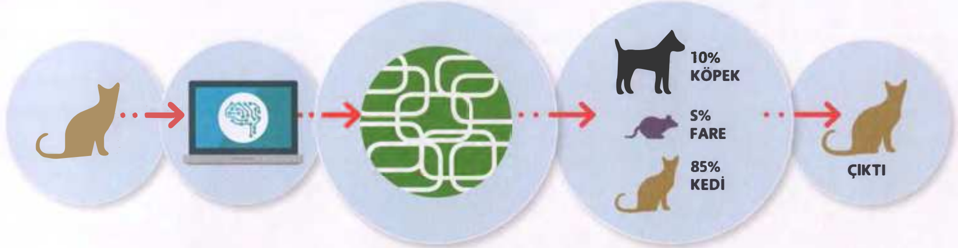
En yaygın yapay zekâ düşüncesi, bizimkine yakın bir zekâya sahip insan-dışı bir aygıttır. Ne var ki, bir yapay zekânın bir süre böyle çalışması olası değildir. Bugün çalışan yapay zekâlar, dar bir spesifik iş yelpazesine odaklanır. Yine de bu işleri bir insan zekâsından daha hızlı ve daha doğru yapabilirler.



Makine öğrenimi

Bir bilgisayar sisteminin yeni durumlara yanıt olarak kendi davranışını düzeltmeyi öğrenmesine olanak tanıma, makine öğrenimi olarak bilinir. Bu, bilgiyi işleyerek ve bilgiye dayalı tahminlerde bulunarak öğrenen hayvan beyinlerindeki arabağlantılı hücrelerden esinlenen yapay bir sinir ağını gerektirir. Yanıldığında, tahminini düzeltip bir sonraki seferde daha iyisini yapabilir.

Sınama ve yanılma
Denetimli makine öğrenimi sırasında sisteme, onu yaratan kişi, çıktılarının doğru mu yoksa yanlış mı olduğunu söyler. Sistem doğru çıktıya ulaşmak için ağdaki devrelere tercihleri ya da önyargıları uygular ve değiştirir.



1 Girdi
Sistem, renk yoğunlukları farklı piksellerin bir örüntüsü olarak sinir ağına bir görüntü sokar.

2 Öğrenme
Bilgisayarın amacı, farklı hayvanlarla ilişkilendirdiği pikseller arasında örüntüleri tanımaktır. İlk önce rastgele tahminde bulunur.

3 Çözümleme
Piksellerle ilgili veri sinir ağındaki tabakaların arasından geçer. Tabakaların her biri piksel örüntülerini giderek daha ayrıntılı öğrenir.

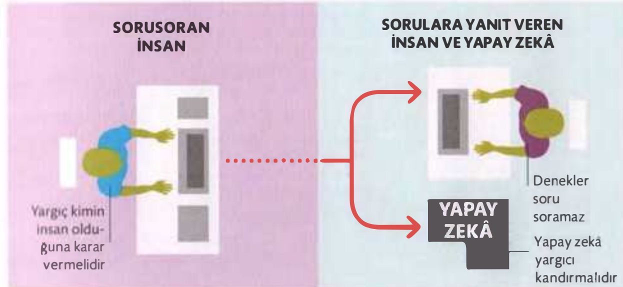
4 Makine öğrenimi
Birçok öğrenme girişiminden (yüzlerce girişimden milyarlarca girişime kadar olabilir) sonra, sinir ağı bir köpeği, kediyi ya da fareyi temsil edebilen piksel örüntülerini tanımada daha başarılı olur.

5 Kullanım
Yapay zekâ sistemi işini öğrendikten sonra, otomatik olarak resimleri çözümlemek -ya da öğrenilmiş başka bir işi yapmak- için kullanılabilir.

Turing testi

Bilgisayar biliminin öncülerinden biri olan Alan Turing, bir bilgisayarın zeki olup olmadığını anlamak için bir test formüle etti. İnsan bir yargıç, bir bilgisayar ve bir insan denekle metin konuşması yapar. Yargıç hangisinin insan hangisinin bilgisayar olduğunu söyleyemezse, bilgisayar Turing testini geçmiştir.

Kördeneme
Yargıçlar kiminle konuştuklarını göremezler. Daha ileri testlerde yargıç denekleri resim gösterir ve konuşur.



KUANTUM BİT

Klasik bilgisayarlar, bir seferde bir parça veri -bir 1 ya da bir 0- depolayan ikili rakamlar (bit) kullanır. Kuantum bilgisayarlar, 1 ya da 0 olma şansı olan ve dolayısıyla bir seferde iki bit veri tutan kuantum bit ya da kubit kullanır. Kuantum bilgisayarların gücü, kubitleri birlikte kullanmasından kaynaklanır; 32-kubit bir işlemci bir seferde 4.294.967.296 bit işler.

BİT
0
1

KUBİT
0
1

Dalgalar

Dalgalar, doğada rastlanan salınımlar ya da ritmik iniş-çıkışlardır. Işık ve ses, dalga örnekleridir. Farklı biçimler almalarına rağmen, bütün dalgaların bazı ortak özellikleri ve davranışları vardır.

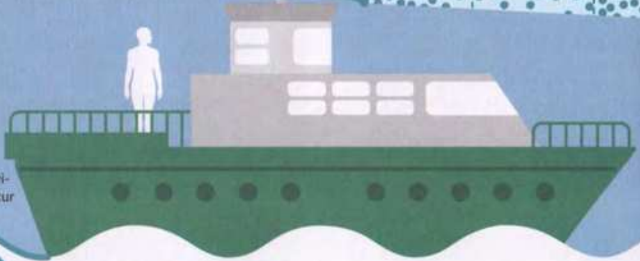
OKYANUS DALGALARI NEREDEN KAYNAKLANIR?

Rüzgâr açık suyun yüzeyinde eserek okyanusta dalga yaratabilir. Sürtünme suyu itip dalga tepeleri oluşturur ve tepeler de daha fazla rüzgâr yakalar.

Dalga tipleri

Dalga, bir yerden başka bir yere hareket eden enerjinin bir örneğidir. Salınım devinimlerinden ötürü bütün dalgalar aynı temel davranışları gösterir ve devinimleri üç biçimde ortaya çıkabilir. Ses, boyuna dalgadır. Işık ve diğer radyasyon biçimleri enine dalgadır ve yol almak için bir ortam gerektirmez. Okyanus dalgaları, yüzey dalgaları ya da sismik dalgalar olarak bilinen karmaşık bir üçüncü biçimin örneğidir.

Yüzey dalgası
Bir yüzey dalgasında su, dalgayla birlikte ileri doğru hareket etmez. Onun yerine yüzeye yakın su, sakin koşullarda ilmikler şeklinde kıvrılıp su seviyesi boyunca eşit yükseklikte sırtlara ve çukurlara neden olur.







Dalgaları ölçme

Hangi biçimde olursa olsun bütün dalgalar aynı boyut kümesi kullanılarak ölçülebilir. Dalga boyu, dalganın tam bir salınımının doldurduğu mesafedir. Bir dalga sırtından diğerine bunu ölçmek çok kolaydır. Bir dalganın frekansı, her saniyede gerçekleşen dalga boyu sayısıdır ve hertz (Hz) ile ölçülür. Dalga genliği dalganın yüksekliğine eşittir ve dalganın gücünü ya da zaman içinde ne kadar enerji aktarıldığını gösterir.

Dalga ilişkisi
Dalga hızı sabitse, dalga boyunun artması frekansı düşürür, aksi halde bunun tersi olur.





DALGANIN YÖNÜ

Dalga merkezi bir nokta etrafında sallanır

Salınım dalga yönüne dik açılardadır

Enine dalga
Bir enine dalganın salınımı dalganın yönüne -örneğin yukarı ve aşağı ya da yanlara- diktir. Bir ışık dalgasında salınım, elektromanyetik alandaki dalgalanmalardan kaynaklanır.

Hava molekülleri yüksek basınç bölgesinde toplanır

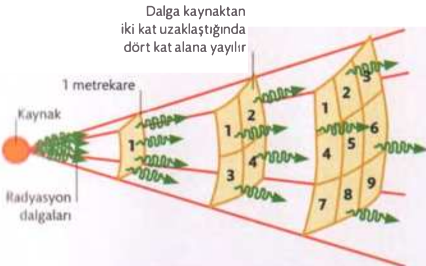
DALGANIN YÖNÜ



Boyuna dalga
Ses gibi bütün boyuna dalgalar içinden geçecekleri bir ortam gerektirirler. Salınım dalga devinimiyle aynı düzlemdedir; yüksek ve alçak basınç bölgeleri yaratır (sıkışma ve seyrekleşme).

Dalgaların yayılımı

Dalgalar, herhangi bir şey yolunu tıkamadığı sürece, bir kaynaktan her yöne yayılır. Bir dalganın yoğunluğu ya da içindeki enerji yoğunlaşması, kaynaktan uzaklaştıkça azalır. Yoğunlukta azalma -sesi daha sessizleştirir ve ışık daha soluk görünür- ters kare yasasına uyar. Örneğin, mesafe iki katına çıktığı her seferinde dalga yoğunluğu dört kat azalır.



Daha az etkisi
Dalga yoğunluğunun azalması çok hızlı olur. Kaynaktan üç kat uzakta, yoğunluk 9 kat azalmıştır. 100 kat uzakta, 10.000 kat azalır.

KIRILAN DALGALAR

Okyanus dalgaları, su bir ilmikte dönemeyecek kadar deniz sığlaşınca kırılır (bkz. s. 233). Dalga sığ alana girince, dönen su aniden yükselip daha yüksek, uzun bir sırta dönüşür. Dalganın başı ağırlaşır ve kırılır.



KIYIYLA KARŞILAŞMA

Radyo dalgalarından gama ışıklarına

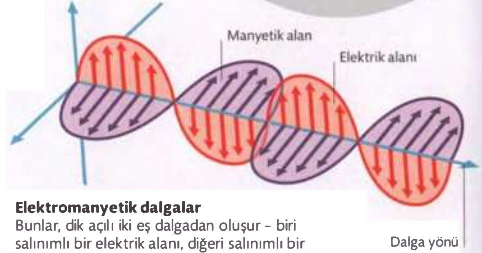
Etrafımızda gördüğümüz her şey, dalga biçiminde gözlerimize ulaşan görünür ışık örüntüsüdür. Ama bu görünür ışınlar, bir yerden bir yere enerji taşıyan geniş bir elektromanyetik dalga tayfının bir parçasıdır.

MİKRODALGALAR TEHLİKELİ MİDİR?

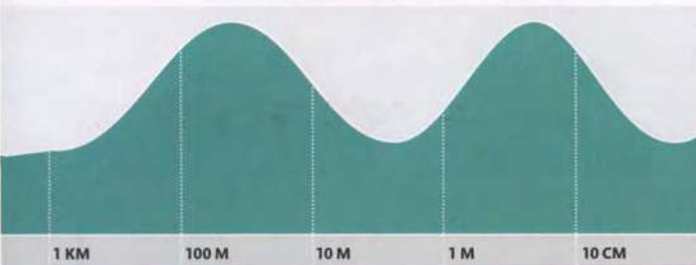
Güçlü mikrodalgalar sizi yakabilir ama zayıfları zararsızdır. Mikrodalga fırınlar, mikrodalgalar hep fırının içinde kalacak şekilde tasarlanır.

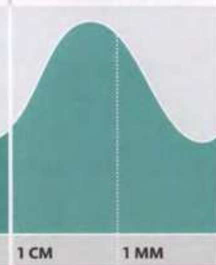
Elektromanyetik radyasyon

Elektromanyetik radyasyonla enerji aktarılabilir. Bu, hem yanlara hem yukarı aşağı dalgalanan bir dalga biçimini alır. Dalganın iki bileşeni eş fazlı salınır – sırtları ve çukurları düzenli bir hareket şeklinde gerçekleşir ve birbirine uyumludur. Dalganın boyu değişebilir ama dalga her zaman boş uzayda ışık hızında yol alır.



Elektromanyetik dalgalar
Bunlar, dik açılı iki eş dalgadan oluşur – biri salınımlı bir elektrik alanı, diğeri salınımlı bir manyetik alandır.







Elektromanyetik tayf

Bazı elektromanyetik dalgaları görünür ışık olarak algılarız. Bu, her biri kızıldan mora kadar uzanan kendi dalga boyuna sahip renklerin oluşturduğu bir tayftan ibarettir. Ama elektromanyetik tayf görünür ışığın çok ötesine uzanır. Daha uzun dalga boyları, ısı enerjisi taşıyan kızılötesi ışınlardan mikrodalgalara ve radyo dalgalarına kadar uzanır. Daha kısa dalga boyları morötesi ve X-ışınlarından gama ışınlarına kadar uzanır.



Radyo teleskopu
Uzak yıldızlardan yayılan radyo dalgalarını saptamak için bir çanak anten kullanılabilir.



Mikrodalga fırın
Yüksek enerjili mikrodalgalar içerideki su moleküllerini harekete geçirince yiyecek ısınır.



Uzaktan kumanda
Bir uzaktan kumanda kızılötesi radyasyon titreşimleri kullanarak sayısal kontrol kodlarını iletir.



Dijital radyo

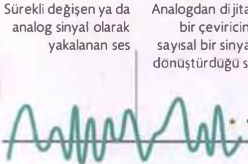
Analog radyo, esasında normal radyo dalgalarına eklenen dalgacık olan yayın sinyalleri gönderir. Farklı radyo dalgaları birbirine karışabilir ve bu durum, analog bir yayını bozar. Dijital radyo, sesi sayısal bir koda çevirir; bu yüzden kodu oluşturan sayılar geçtiği sürece, radyo yayını berrak bir sinyale çevrilebilir.

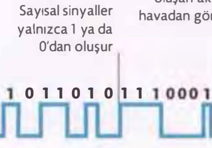
BİR BOŞLUKTA IŞIK HIZI SANİYEDE 299.792.458 METREDİR

Yüksek nitelikli ses

Ses dalgaları iletilmeden önce bir sayı akışına dönüştürülür. Sonra dijital bir alıcı sayıların kodunu çözüp, bir hoparlörü çalıştırabilen bir biçime dönüştürür.









GÖRÜNÜR	MORÖTESİ	X-IŞINLARI			GAMA IŞINLARI			
1 μM	100 NM	10 NM	1 NM	0.01 NM	0.01 NM	0.001 NM	0.0001 NM	0.00001 NM

DALGA BOYU



İnsan gözü
Gözlerimiz dar bir dalga boyu yelpazesini renk farklı olarak saptar.



Dezenfeksiyon
Bakterileri öldürmek ve nesneleri mikroptan arındırmak için UV ışığın bazı dalga boyları kullanılabilir.



Diş röntgeni
Kısa dalga boylu X-ışınları dokudan geçip altındaki dişi açığa çıkarır.



Nükleer enerji
Nükleer tepkimelerden çıkan gama radyasyon enerjisi, elektrik üretmek için kullanılır.

Elektromanyetik radyasyonu kullanma
1880'lere kadar keşfedilen elektromanyetik radyasyonu biçimleri, yalnızca kızılötesi, görünür ve morötesi ışıktan ibaretti. Ama bugünün teknolojisi tüm tayftan yararlanıyor.

Renk

Renk, gözlerimizin ve görme sisteminin ışığın farklı dalga boylarını görmemizi olanaklı kılmak için meydana getirdiği bir fenomendir. Algıladığımız renkler, gözlerimizin saptadığı ışık dalga boylarına dayanır.

GECELERİ NEDEN RENKLERİ İYİ GÖREMEYİZ?

Gözlerin renge duyarlı koni hücreleri çalışamayacak kadar karanlıktır. Onun yerine daha duyarlı çomak hücreleri, aydınlık ve karanlık alanlar olarak görüntü oluşturur.

Görünür tayf

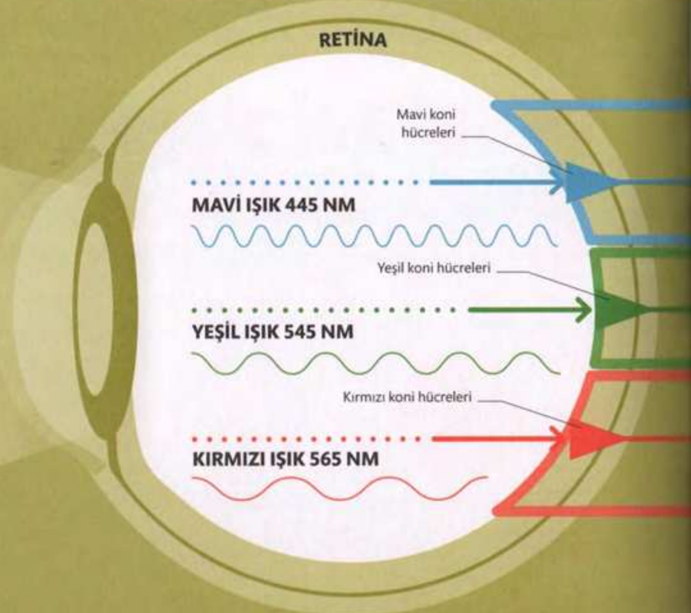
Göz, yaklaşık 400 nanometreden 700 nanometreye kadar uzanan dalga boylarına sahip ışığı saptayabilir. Bu dalga boylarının tümünü içeren ışık beyaz görünür. Işık bireysel dalga boylarına ayrıldığı zaman, beyin her birine renk tayfından özel bir renk tahsis eder. En uzun dalga boyları kırmızı ışığındır, en kısaları morundur.

Beyaz ışığı ayırma
Beyaz ışıktaki dalga boyları kırılımla ayrılırsa, her renk benzersiz bir miktar eğilip bir gökkuşağı yaratır.



Renkli görme

İnsan gözü, şekillerinden ötürü koni olarak bilinen üç tip ışık saptama hücresi kullanarak ışıktan görüntü yaratır. Retinadaki koniler, özgül ışık dalga boylarına duyarlı kimyasal pigmentler içerir. Tetiklenince, bir sinir sinyali ateşlerler. Beyin göze giren kırmızı, yeşil ve mavi ışık sinyallerini alıp, onlardan renk algıları yaratır. Örneğin hem kırmızı hem yeşil konilerden gelen sinyaller sarı algısı yaratır. Bütün konilerden gelen sinyaller beyazı meydana getirirken, hiçbir hücreden sinyal gelmeyince siyah oluşur.



Işık sensörleri
Retinanın her bölümünde üç tip koni hücrelerinden vardır ama konilerin büyük çoğunluğu, gözbebeğinin hemen arkasındaki orta kısımdadır. Görüntülerin en ayrıntılı bölümleri burada oluşur.

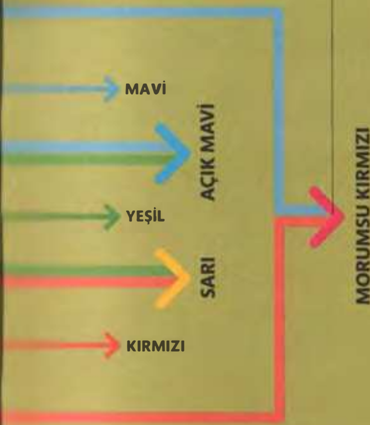


MAVİ GÖKYÜZÜ

Gökyüzü mavi görünür; çünkü diğer renklerle karşılaştırıldığında mavi ışığın daha kısa bir dalga boyu vardır ve gözlerimize ulaşmadan önce, hava moleküllerinden daha güçlü bir şekilde sekip her yöne saçılır. Mor ışık da saçılır ama ondan daha az vardır ve gözlerimiz mavi ışığa daha duyarlıdır.



Morumsu kırmızı renk doğal gökkuşağının parçası değildir ama göz kırmızı ve mavi ışığı algılayıp yeşili algılamayınca oluşur



Renkleri karıştırma

Bir nesneye ışık düştüğünde, ışık ya emilir ya da yansıtılır. Beyin bir nesneye, yansıttığı ışığa uygun bir renk verir. Örneğin bir muz sarı ışığı yansıtır ve diğer bütün renkleri emer. Buna çıkarmalı karıştırma denilir ve renkli mürekkep ve boya imal etmek için kullanılır. Bir sahne ışıklandırmasında olduğu gibi, doğrudan bir ışık kaynağından renkleri karıştırmak, eklemeli karıştırma denilen tersine bir yaklaşımı gerektirir.



Eklemeli karıştırma
İletilen ışık eklemeli sistem kullanılarak değiştirilir. Kırmızı, yeşil ve mavi üç ana renktir. İkincil renkler iki ana renk birleştirilerek yapılır. Bütün ana renkleri eklemek beyaz ışığı meydana getirir.



Çıkarmalı karıştırma
Açık mavi, morumsu kırmızı ve sarı pigmentler kullanılarak yansıyan renk meydana getirilir. Her biri bir temel rengi emer ve ikisini yansıtır. Bir pigment daha eklemek, yansıyan ışığı yalnızca bir ana renge indirir.



Yansıyan ışık
Bir nesneye baktığımız zaman, belirli bir renkteymiş gibi görünür. Bu, malzemenin özelliğine ve hangi ışık dalga boylarını emdiğine ya da gözlerimize yansıttığına bağlıdır.



PEYGAMBERDEVESİ KARİDESİNİN 12 TİP RENK RESEPTÖRÜ VARDIR VE UV VE KIZILÖTESİNE YAKIN IŞIĞI GÖRÜLEBİLİR

Aynalar ve mercekler

Işık demetleri her zaman düz çizgiler halinde yol alır ama yansıma ve kırılma gibi fenomenler nedeniyle yön değiştirebilirler. Aynalar ve mercekler kullanılırken ışığı kontrol etmek için bu iki süreç kullanılır.

SERAPLAR

Serap, sıcak günlerde görülebilen optik yanılsamadır. Çöllerde seraplarda, uzakta parıldayan su varmış gibi görünür. "Su," aslında, gökyüzünden gelen ve bir sıcak hava katmanı tarafından göze doğru kırılan parlak ışıktır.



Işığı yansıtma

Yansıyan bir ışık demetinin açısı, her zaman gelen ışık demetinin açısıyla aynıdır. Açılar, yüzeye dik açılı normal, hayali bir çizgiden ölçülür. Pek çok nesneden yansıyan ışık her yöne saçılır; çünkü ışık demetleri engebeli, pürüzlü yüzeye farklı açılardan çarpar. Ayna pürüzsüzdür; bu yüzden yansıyan ışık demetleri özgün düzenlerini koruyup bir görüntü yaratır.

ELMASLAR NEDEN IŞILDAR?

Kesme elmaslar ışıldar; çünkü yüzey açıları, üzerine düşen her ışığın içeriye yansıyıp yalnızca tepeden çıkmasını sağlar.

Ayna görüntüsü
Bir ayna, aynanın arkasına yerleşmiş gibi görünen bir nesnenin sanal görüntüsünü yaratır. Yansıma görüntüyü yatay olarak çevirirse, örneğin harfler sondan başa doğru olur.

Yansıyan ışık demetindeki ışınlar

Bir ışık kaynağından gelen ışık ışınları nesneye çarpar ve aynaya yansır

AYNA

"Normal" çizgi, aynaya dik açılardadır

Yansıma açısı geliş açısına eşittir

Işığın geliş açısı, ışığın aynaya çarptığı açıdır

Gelen ışık demetindeki ışınlar

Ayna görüntüsü, aynanın arkasına uzanan sanal ışık demetlerince oluşturulur

Ayna görüntüsü sanaldır, yani görüntünün bulunduğu yer bir yanılsamadır

NESNE

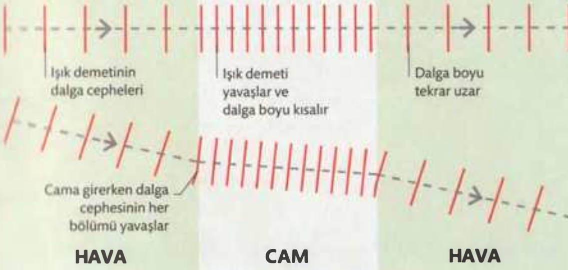
AYNA GÖRÜNTÜSÜ



Işığı kırma

Işık dalgaları farklı ortamlarda farklı hızlarda yol alır. Işık yeni bir saydam ortama bir açıyla girerse, hız değişikliği yönde de küçük bir değişikliğe yol açar. Bu, kırılma olarak bilinir. Işık demetinin farklı parçaları farklı zamanlarda yavaşlar; bu da, ışığın yolunu saptırır.

YAĞMUR DAMLALARI IŞIĞI YANSITINCA, KIRINCA VE DAĞITINCA GÖKKUŞAĞI OLUŞUR



Fiili ve görünen
Kırılma gözü aldatabilir. Bir balıktan gelen ışık sudan havaya geçerken kırılır. Işığın doğru çizgide yol aldığını varsayan beyin, balığı göze çarpan ışıkla aynı doğrultuda görür.

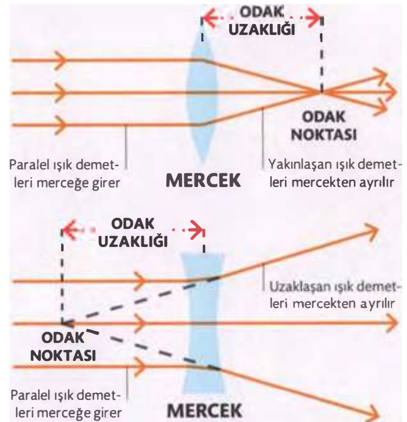


Işığı odaklama

Bir mercek, kırılmayı kullanarak ışığın yönünü değiştiren saydam bir cam parçasıdır. Kavisli bir yüzeyi vardır; yani ışık demetleri merceğe bir dizi farklı açıyla çarpar ve sonuç olarak ışık demetleri farklı miktarda kırılır. İki ana mercek tipi vardır. Dışbükey (konveks) mercek ışığı içe doğru büker ve içbükey (konkav) mercek ışığı yayar.

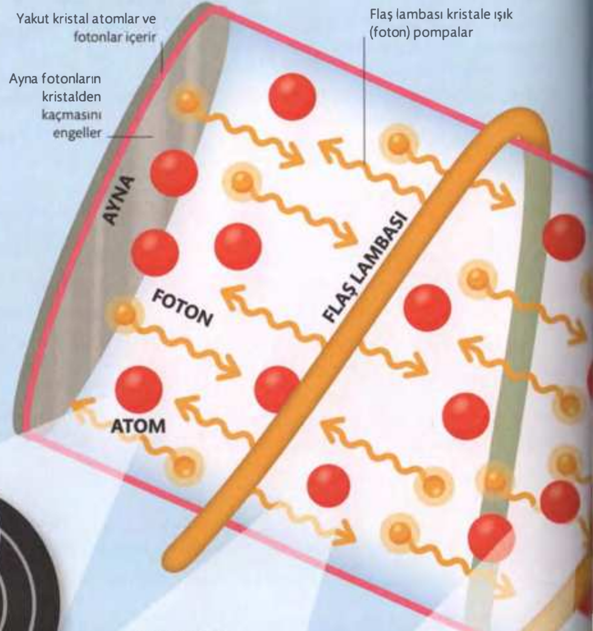
Dışbükey mercek
Dışbükey bir merceğe tutulan ışık demetleri öteki tarafta bir odak noktasında buluşur. Mercek ile odak noktası arasındaki uzaklık odak uzaklığıdır. Küçük nesneleri büyütmek için bir dışbükey mercek kullanılabilir.

İçbükey mercek
İçbükey bir mercek ışık demetlerinin yayılmasına neden olur; bu yüzden merceğin arkasındaki bir odak noktasından geliyor gibi görünürler. Bu mercekler miyop gözlüklerinde kullanılır.



Lazer nasıl çalışır?

Bir lazer, paralel ve eşevreli olan, yani demetteki ışık dalgalarının sıralı ve birbirine uyumlu olduğu yoğun bir ışık demeti üreten aygıttır. Işık demetine kesinlik ve güç kazandırır.



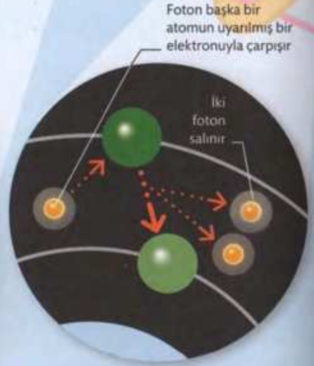
Işığa enerji verme

Kristal bir lazerde ışık, yakut gibi yapay kristalden yapılan bir tüpe yönlendirilir. İçerdeki atomlar enerjiyi içine çeker ve ışığı tekrar salıp, yakındaki atomların, hepsi çok spesifik bir dalga boyunda ışık fotonları saçmasına neden olur. Fotonlar, ışık elması delecek kadar güçlü olabilen dar bir demet olarak tüpten kaçacak kadar yoğun oluncaya kadar, tüpteki aynalar arasında hızla gidip gelir.









1 Uyarma
Bir atom bir foton emince, elektronlarından biri düşük enerji düzeyinden yüksek enerji düzeyine atlar. Uyarılmış durumda bir atom kararsızdır.

2 Fazla enerji
Elektron yalnızca birkaç milisaniye uyarılmış kalır, sonra emdiği fotonu serbest bırakır. Elektronun saldığı foton belirli bir dalga boyundadır.

3 Hepsini sal gitsin
Zaten uyarılmış elektronlara bazı fotonlar çarpar ve bir yerine iki foton salmalarına neden olur. Buna uyartılı salma denilir.



Lazer ışığı kullanma

Lazerler, modern zamanın en çok-yönlü icatları arasında olduğunu kanıtladı. Bugün uydu iletişiminden süpermarketlerde barkod okumaya kadar hem gündelik hem de spesifik kullanım alanları vardır.



Lazer yazdırma
Lazer, mürekkep çekmesi için kâğıda statik elektrik yayar.



Veri yakma
Veri, optik disklere örüntü oyularak kodlanır.



Işık efektleri
Etkinliklerde kontrollü lazer gösterileri yapılır.

DÜŞÜK — ORTA — YÜKSEK

LAZER IŞIĞI YOĞUNLUĞU



Tıp
Cerrahlar doku kesmek ya da yok etmek için neşter yerine lazer kullanabilir.



Malzeme kesme
Güçlü bir lazer, sert malzemeleri kesebilir.



Astronomi
Mesafeleri tam olarak ölçmek için hassas lazerler kullanılır.

LAZERLER NE KADAR GÜÇLÜ OLABİLİR?

Dünyanın en güçlü lazeri bir saniyenin trilyonda biri sürede 2 petavatlık bir demet sağlayabilir - neredeyse bütün dünyanın ortalama enerji tüketimi kadar.

Daha fazla uyarılmış elektron daha fazla foton saldıkça kristaldeki foton miktarı artar

Lazer demeti, dizili ve uyumlu, spesifik bir dalga boyunda fotonlardan oluşur

Fotonlar, kristal boyunca ileri geri yansıtılır

Kısmen gümüş kaplı ayna

4 Güçlenmiş ışık
Bir fotonun iki foton salınmasını uyardığı her seferinde, ışık güçlenir. Lazer, "uyartılı radyasyon salımıyla ışık güçlendirme" ifadesinin kısaltılmışıdır. Işık tüpte aşağı ve yukarı seker.

5 Lazer demeti kaçar
Kısmen gümüş kaplı bir ayna bazı fotonların, çok yoğun bir güçlü, eşevreli ışık demeti olarak kristalden kaçmasına izin verir.

Optik kullanımı

Optik, ışık bilgisidir. Işık demetlerinin yansıma ve kırılma gibi optik davranışının, insan gözünün sınırlarının ötesine bakmamıza olanak veren güçlü uygulamaları vardır.

Optik eylemde

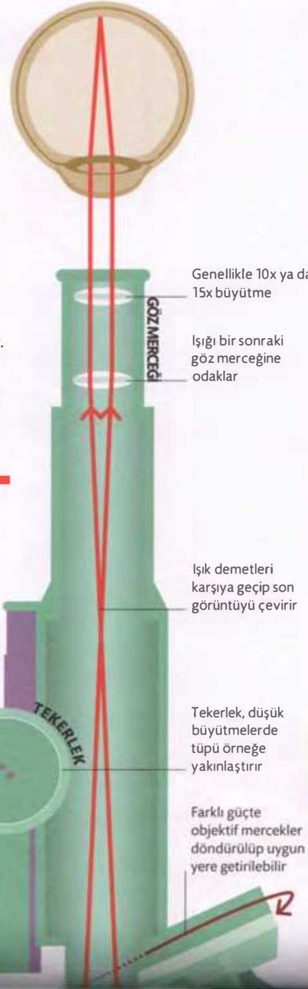
İnsan gözü yalnızca 0,1 mm'den büyük nesneleri görebilir. Bundan daha küçük nesneleri görmek –ya da çok uzak nesnelerin ayrıntılarını anlamak– için optik aletler kullanılabilir. Bu aletler, nesneden gelen ışık demetlerini toplayarak bunu yaparlar. Bu ışık, görülemeyecek kadar küçük bir soluk görüntü oluşturur. Alet, nesneden daha fazla ışık toplayıp görüntüyü daha netleştirir ve ardından bir mercekle büyütür.

Optik lifler

Bu süper hızlı kablolar, esnek cam liflerin içinde kodlanmış lazer ışığı ışıltıları olarak sinyal gönderir. Işık, lifin iç yüzeyinden yansıyarak yol alır. Lazerin cama çarpma açısı çok önemlidir: Çok dik olursa yansımaz, kırılıp lifin dışına çıkar.



Çoklama
Bir lif farklı renklerde lazer kullanarak birçok sinyal gönderebilir.



GİRİŞİM

Bütün dalga türleri gibi ışık dalgaları da birbirine karışır. İki ışık dalgası birbiriyle karşılaşınca, bir dalgada birleşirler. Dalga boyları eş fazlıysa -birlikte hareket eden sırtları ve çukurlarıyla aynı boydaysa- daha güçlü bir dalga meydana getirirler. Tamamen faz dışı olan dalgalar birbirini iptal eder. Girişim, petrolün üzerinde görülen renk girdapları gibi örüntüler yaratır.



GÖZLÜKLER GÖRMEMİ DAHA KÖTÜLEŞTİRİR Mİ?

Kötü görmeye, gözün şekli ve merceğin esnekliği neden olur. Gözlük takmanın bunun üzerinde bir etkisi olmaz - ama daha iyi görmenizi sağlar.

Işık mikroskobu
Bir mikroskop, bir örnekten geçen ışığı toplar ve büyütür. Örnekten gelen ışık, seçili objektif mercekten geçer.

Objektif merceklerin genellikle 4x ile 100x arası büyütme kapasitesi vardır

OBJEKTİF MERCEKLER

İris ya da diyafram, örneğe tutulan ışığın koni büyüklüğünü ve yoğunluğunu kontrol eder

İRİS

KONDENSÖR

KIZAK

Kondensör ışığı örneğe odaklar

Örneği içeren cam sürgü, kızağa yerleştirilir

IŞIK

AYNA

Ayna ışığı (ya da ışık veren bir lambayı) örneğin üzerine yansıtır



GRAN TELESCOPIO CANARİAS'IN **TOPLAM 10,4 METRE ÇAPINDA 36 AYNA BÖLÜMÜ** VARDIR



Teleskop
Astronomi teleskopları uzak bir nesneden ışık toplamak için mercekler ve aynalar kullanır. Yeryüzünde kullanılan teleskoplar görüntüyü doğru büyütmek için merceklerden yararlanır.



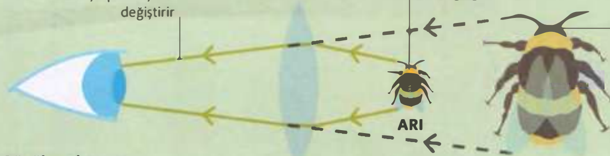
Dürbün
Işık geniş ana merceklerden girer. Sonra aynalar tarafından içeriye yansıtılır ve daha küçük büyüteçlerle göze yönlendirilir.

Büyütme nasıl olur?

Bir mikroskoba takılan merceklerin çoğu, bir örneğin daha büyük bir görüntüsünü oluşturmak için kullanılan dışbükey mercektir (bkz. s. 109). Mercek ile merceğin odak noktası arasına bir nesne konulursa, nesneden gelen ışık demetleri merceğin diğer tarafında birleşir. Merceğin kavisinin artması odak uzunluğunu ve sonuç olarak merceğin büyütme gücünü artırır.

Mercek, ışığın göze çarpma açısını değiştirir

Işık gerçek arıdan yansıyıp merceğe girer



Büyük resim
Bakan kişinin beyni ışığın doğru bir yoldan gelip gözle buluştuğunu varsaydığı için, büyütülmüş bir görüntü görür.

MERCEK

SANAL GÖRÜNTÜ



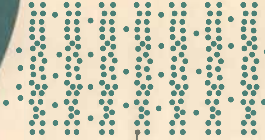
Ses

Kulağımıza ulaşan bütün sesler, dalga biçiminde (bkz. s. 102-103) bir ortamdan –hava gibi– geçerek gelir. Ama ses dalgaları ışık ya da radyo dalgalarına benzemez. Kaynaktan boylamasına uzaklaşan basınç dalgacıklarıdır.

Basınç dalgaları

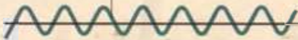
Bir ses dalgası, bir hoparlörün konisi gibi bir çekme-itme mekanizmasıyla yaratılır. Bir elektrik sinyali koniyi yüksek hızda ileri geri hareket ettirir ve bu havayı iter ve çeker. Her itme havada uzaklaşan bir basınç dalgası yaratır. Her döngüde hoparlör konisi ne kadar çok hareket ederse, o kadar çok basınç uygular – basınç ne kadar yüksekse, hava molekülleri o kadar çok sıkışır ve ses o kadar çok yüksek olur.

YÜKSEK SES



Daha sıkışık hava molekülleri

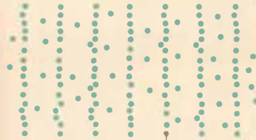
Daha büyük basınç farkı yüksek bir ses üretir



YÜKSEK GENLİK

Yüksek mi düşük mü?
Yüksek sesler hava moleküllerini daha fazla sıkıştırır; bu yüzden dalgacıklar arasında daha fazla uzaklaşırlar. Her dalgacıkta hava moleküllerinin değişen yoğunluğu, genliktir – bir dalga diyagramında sırttan çukura olan uzaklık.

DÜŞÜK SES



Daha az sıkışık hava molekülleri

Daha düşük basınç farkı alçak ses üretir



DÜŞÜK GENLİK

Ne kadar yüksek?
Ses şiddeti, gücü katlanarak artan desibelle (dB) ölçülür. Bir sesi 10 dB yükseltmek, sesi 10 kat daha güçlü yapar.

KONUŞMA



GEÇEN ARABA



MOTOSİKLET



KONSER MÜZİĞİ



TABANCA SESİ



PATLAMA



10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150+

DESİBEL



SAAT TIKIRTISI



FISILTI



TELEFON SESİ



AKUSTİK GİTAR

85 dB güvenli sınırdır

15 dakika 100 dB sese maruz kalmak işitmeye zarar verebilir

130 dB ağrı eşiğidir

140 dB'de sürekli gürültü hemen hasar yaratır



Doppler etkisi

Ses dalgaları havada yaklaşık saatte 1.238 km hızla yol alır. Hızlıdır, ama hızlı dalgalar bile kaynağın hızından etkilenir. Sesli bir taşıt bir dinleyiciye doğru hareket ediyorsa, sesin basınç dalgacıkları sonunda birbirine yakınlaşır, frekansı ve perdesi yükselir. Taşıt geçince dalgalar uzar, perde düşer.

Dalgaları yarıştırma
Bir yarış arabasının yüksek sesli motoru, bir sonraki dalgayı göndermeden bir önceki dalgaya biraz yaklaştığı için arabanın önünde dağılan ses dalgaları sıkışır.

Saniye başına daha fazla dalga yüksek perdeli bir ses üretir

Aracın arkasındaki ses dalgaları düzenli aralıklıdır

Yeni ses dalgaları, hâlâ dağılmakta olan eski ses dalgalarına kenetlenir

Aracın önündeki kişi yüksek perdeli bir ses işitir

Aracın arkasındaki kişi düşük perdeli bir ses işitir

PERDE

Bir sesin perdesi dalgasının frekansıyla ilgilidir: Frekans ne kadar yüksekse, perde o kadar yüksektir. Hertz (Hz) ile ölçülen frekans, saniyede bir noktada geçen dalga sırtlarının ve çukurlarının (ya da döngü) sayısıdır.



UZAYDA NEDEN KİMSE ÇIĞLIĞINIZI DUYAMAZ?

Ses, hava molekülleri gibi bir ortamdan geçen basınç dalgalarıyla iletilir. Uzay boşluğunda hava yoktur.

Süpersonik

Birçok jet motorlu uçak, sesten daha hızlı yol alır; daha kimse geldiğini işitmeden, başımızın üzerinden geçip gider. Ses dalgaları o kadar sıkışıktır ki, yüksek bir ses patlaması yaratırlar.

MAVİ BALİNA SESLERİNİN 180 dB'DEN BÜYÜK BİR SES ŞİDDETİ OLABİLİR



1 Hızlanma
Jet hızlanınca, önündeki ses dalgaları dağılabilir ama Doppler etkisiyle giderek birbirlerine daha fazla yaklaşıp sıkışırlar.

2 Ses duvarını geçme
Saatte 1.238 km hızda uçak ses duvarını geçer. Sıkışık ses dalgalarını yakalar, tek bir şok dalgası biçiminde kaynaştırır.

3 Ses patlaması
Şok dalgası genişleyen bir koni gibi uçağın arkasına yayılır. Zemine çarptığı yerde, uçuş yolunu izleyen bir ses patlaması olarak işitilir.

Isı

Sıcak nesnelerin, atomlarını ve moleküllerini hareket ettiren iç enerjileri vardır. Bu, termal enerji olarak da bilinir. Yüksek termal enerjili bir nesne sıcaktır ve ısısı, daha az termal enerjili soğuk yerlere yayılır.

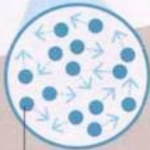
Daha hızlı hareket
Bir malzeme termal enerji kazanınca, atomları daha hızlı hareket eder. Termal enerjisi daha soğuk ortamlara kaçtığı için sıcak hissedilir.



Kahvedeki atomlar ısınınca daha hızlı hareket eder ve dışarı yayılır

SICAK KAHVE

SOĞUK SÜT



Soğuk süt gibi soğuk malzemelerde atomlar çok hareket etmez

Enerji aktarımı
Sıcak kahveye soğuk süt eklendiğinde, kahvenin ısısının bir kısmı süte aktarılır – süt ısınır, kahve soğur.

Sıcak eşya

Katılardaki ve sıvılardaki atomlar ısınınca ileri geri yalpalar. Gazda atomlar uçuşur, diğer atomlara çarpar. Nesnenin kütlesi aynı kalır ama atomlar arasındaki boşluk artar ve madde genişler.



Sıcaklık

Sıcaklık, bir maddedeki termal enerji miktarını gösterir. Bir maddenin sıcaklığı, parçacıklarının ortalama enerji miktarıyla ilişkilidir. Belirli sıcaklıklarda belirli fenomenler gerçekleşir – örneğin su 100°C'de kaynar. Bunlar, bir ölçek yaratmak için sabit nokta olarak kullanılır; diğer sıcaklıklar bunlarla karşılaştırılır.



Odun ateşi
İyi harlanan bir odun ateşi, maden cevherlerini eritip saf metale dönüştürmeye yetecek kadar sıcaktır.



Yolcu uçağı egzozu
Bir jet motorunun itme kuvveti, enerjik gaz moleküllerinin hızlı deviniminden kaynaklanır.



Kurşunun erime noktası
Kurşun, görece düşük erime noktasından ötürü arıtılabilen ilk meta oldu.



Maksimum ev fırını sıcaklığı
Bu sıcaklıkta uzun süre pişirme metal raflara zarar verir.



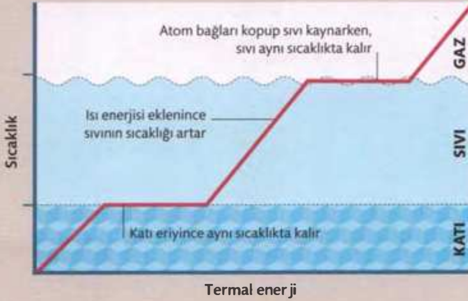
Su kaynar
Tekrarlanması kolay olduğu için seçilen Celcius ölçeğinin üst noktası.



Yeryüzünde en yüksek sıcaklık
Bu, 2005'te İran'ın Lut çölünde karasal yüzey sıcaklıklarına ilişkin bir uydu incelemesi sırasında kaydedildi.

Gizli ısı

Bir maddeye termal enerji eklenince, atomların ve moleküllerin artan hareketi, onları bir arada tutan bağları sonunda koparır. Madde hal değiştirir (bkz. s. 22-23) – örneğin kaynar. Böyle bir değişim sırasında, ısıtma maddeyi daha sıcak yapmaz. Onun yerine enerji gizli ısı olarak çalışır.



Gizli etki
Gizli ısı enerjisi atomların ve moleküllerin hareketini artırmak yerine, aralarındaki bağları koparmak için kullanılır. Bu yüzden, bir hal değişimi sırasında, termal enerji eklense bile, sıcaklık kısa bir süre sabit kalır. Bağlar koptuktan sonra sıcaklık tekrar artar.

SICAKLIĞA KARŞI ENERJİ

Maytap yaklaşık 1.000°C'de yanar. Bununla birlikte, maytabın yaydığı sıcak kıvılcımlar bir kişinin derisini yakmaz; oysa yanan maytabın kendisi yakar. Minik kıvılcımın yüksek bir sıcaklığı olduğu halde, küçük kütlesinden ötürü içerdiği toplam enerji çok azdır ve bu yüzden genellikle zararsızdır.

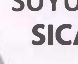


Kıvılcımlar yanan demir, magnezyum, alüminyum ve diğer metal tanecikleridir

°C	K	°F	
37	310.15	98.6	**Normal vücut sıcaklığı** Bu, esasında Fahrenheit ölçeğinin sabit üst noktası olarak seçildi.
0	273.15	32	**Su donar** Suyun donma noktası ile kaynama noktası arasında 100 derece yaratan Celcius ölçeğinin sıfır noktası.
-94.7	178.45	-138.5	**Yeryüzünde en düşük sıcaklık** Bu, 2010'da doğu Antarktika'da ölçüldü.
-194.35	78.8	-317.8	**Hava sıvılaşır** Havadaki pek çok gaz bu sıcaklıkta sıvılaşır.
-270	3.15	-454	**Dış uzay** Yıldızlararası uzayda en düşük sıcaklık.
-273.15	0	-459.67	**Mutlak sıfır** En düşük teorik sıcaklık ama bir nesnenin bu kadar soğuması olanaksızdır.

Sıcaklık ölçekleri
Üç ana sıcaklık ölçeği vardır - sırasıyla 1724, 1742 ve 1848'de geliştirilen Celsius, Fahrenheit ve Kelvin.







37°C
18.000 METRELİK BİR RAKIMDA SUYUN KAYNAMA SICAKLIĞI



Isı aktarımı

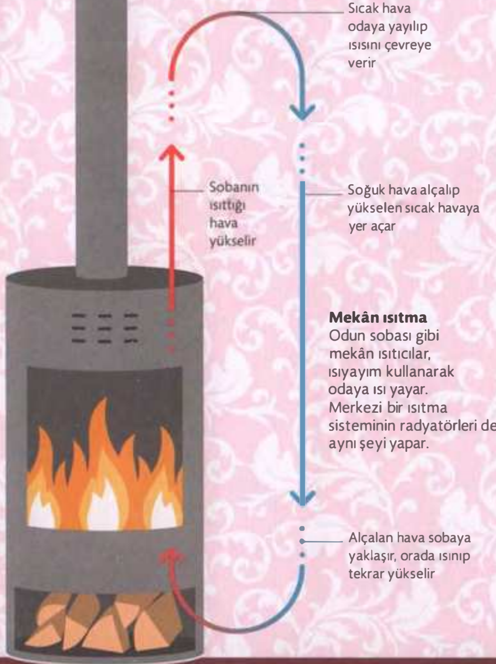
Bir nesneden başka bir nesneye ısı aktarımı üç işlemle yapılabilir: İletim, ısıyayım ve ışıma. Taşınma şekli nesnenin atom yapısına bağlıdır.

ISIYI EN İYİ HANGİ MALZEME İLETİR?

Elmas en iyi ısı iletkeni sayılır - bakırdan iki kat, alüminyumdan dört kat daha etkilidir.

Isıyayım

Isı, akışkanlardan –sıvılardan ve gazlardan– ısıyayımla geçer. Bu işlem şu ilkeye göre çalışır: Sıcak akışkanlar yükselir, soğuk akışkanlar alçalır. Isı bir akışkandaki atomların ve moleküllerin yayılmasına neden olur; bu yüzden hacmi artar, yoğunluğu azalır. Bu durum sıcak akışkanın yukarı doğru çıkmasına olanak verirken, soğuk akışkan alçalır ve kendisiyle birlikte ısı enerjisini hareket ettiren bir ısıyayım akımı yaratır.



Mekân ısıtma
Odun sobası gibi mekân ısıtıcılar, ısıyayım kullanarak odaya ısı yayar. Merkezi bir ısıtma sisteminin radyatörleri de aynı şeyi yapar.



Malzeme seçimi
Tavalar genellikle metalden yapılır; çünkü atomları oldukça gevşek bir arada tutulur ve bu yüzden hareket edip komşularıyla çarpışabilirler.

Isı iletim

Katılar ısıyı iletimle aktarır. Katının sıcak bir bölümündeki atomlar epeyce titreşik ve düzenli olarak komşu atomlarla çarpışır. Bu çarpışmalar yakındaki atomlara kinetik enerjiyi aktarıp onları daha sıcak yapar. Isı malzemenin tümüne yayılana kadar bu işlem devam eder.





KIZILÖTESİ IŞIMA IŞIK HIZINDA YOL ALIR VE UZAY BOŞLUĞUNDAN GEÇEBİLİR

Isının hızı
Isıyayım ve ısı iletimden farklı olarak ısı ışıması, atomların devinimiyle değil, elektromanyetik bir dalga olarak taşınır.

GÜNEŞ

Güneş ışığının yanı sıra, görünmez kızılötesi ışıma da verir

Deri kızılötesi ışımayı algılayıp ısı duyumu yaratabilir

Işıma

Isı aktarımının üçüncü aracı ışımadır. Isı enerjisi, kızılötesi denilen –frekansı görünür kırmızı ışığın altında (ve radyo dalgalarının üstünde) olduğu için öyle denilen– görünmez bir ışıma biçimiyle taşınır. Bütün sıcak nesneler kızılötesi ışıma verir ama herhalde en önde gelen güneştir. Hacmine göre geniş bir yüzey alanına sahip bir nesne, görece küçük bir yüzey alanı olan nesneden çok daha hızlı ısı saçar ve soğur.

YALITIM

Termal yalıtkanlar ısı aktarımını engelleyerek çalışır. Hava gibi bir gaz kötü bir iletkendir; bu yüzden bazı iletkenler hava cepleriyle doldurulur. Giysiler vücudumuza yakın havayı hapsederek bizi sıcak tutar. Vücut ısısı havayla iletilemez, bu yüzden içeride kalır. Çift camlı pencereler, arası vakumlu ortamda atıl gazla ya da suyu alınmış havayla doldurulan iki cam tabakasından oluşur. Bu pencereler ışımayı ve ısıyayımı engelledikleri için daha da iyi yalıtkandır.



TERMAL DENGE

İki nesne birbiriyle fiziksel temas halinde olunca, sıcak nesneden soğuk nesneye ısı geçer; asla tersi olmaz. İki nesne aynı sıcaklıkta olana kadar ısı aktırımı devam eder. Aynı sıcaklıkta olma durumuna termal denge denilir ve daha fazla ısı aktarımı gerçekleşmez.



Kuvvetler

Devinim, bir kütleyi etkileyen kuvvetle yaratılır. Nesnenin kütlesine bağlı olarak kuvvetler nesneleri farklı farklı etkiler. Kuvvet newtonla (N) ölçülür. 1 newton kuvvet (1 N) bir saniye içinde 1 kg kütleyi saniyede 1 metre hızlandırır.

NEDEN BAZI NESNELER SEKERKEN BAZILARI PARÇALANIR?

Esnek nesneler bir yüzeye çarpınca deforme olur ama gevrek nesneler, bir kuvvet uygulandığında zor şekil değiştirir ve parçalanmaları olasıdır.

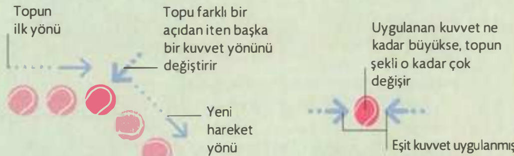
Enerji aktarımı

İki nesne çarpıştığında, atomları birbirine yaklaşır. Atomların etrafındaki negatif yüklü elektronlar birbirini iter, bu yüzden nesneler kaynaşmaz, ayrılmaya zorlanır. Bu kuvvet bir nesneden diğerine enerji aktarır ama toplam enerji miktarı aynı kalır. Nesneler arasında enerji hareketiyle, kuvvet devinimi değiştirmek ya da söz konusu nesnelerin şeklini değiştirmek gibi mevcut durumda bir değişim yaratır.



Hızlanma
Bir tenis topunu etkileyen kuvvet ona ivme kazandırır; bu yüzden hareket etmeye ve hızı artmaya başlar.

Yavaşlama
Topu ters yönde iten bir kuvvet topu yavaşlatır.



Yön değiştirme
Tenis topunun yön değiştirmesi için, ilk kuvvetten farklı bir açıda etkide bulunan başka bir kuvvet gerekir.

Şekil değiştirme
Birbirine karşıt iki eşit kuvvet tarafından sıkıştırıldığı için top şekil değiştirir.

TARİHTE EN HIZLI TENİS SERVİSİ SAATTE 263,4 KM'DİR

Mermi devinimi
Bir tenis topu ya da atılan herhangi bir cisim, top üzerinde etkide bulunan kuvvetlerin bileşiminden ötürü kavisli bir yol izler. Topun kinetik enerjisi kütleçekimsel potansiyel enerjiye (dikey konumunun bir sonucu olarak depolanan enerji) dönüşür ve top düşünce tekrar kinetik enerjiye döner.

ANAHTAR
Dikey kuvvet
Yatay kuvvet
Bileşke kuvvet
Topun yörüngesi

Yukarı ve yana devinim eşittir; bu yüzden top 45 derecelik açıyla yol alır

Kütleçekimi topu etkilediği için yukarı doğru devinim biraz azalır

Bileşke kuvvet dik açılı bir üçgenin uzun kenarını oluşturur

Raket, kütleçekimin aşağı doğru çekme kuvvetine karşı yukarıya ve yana iten bir kuvvet uygular.



Eylemsizlik

Eylemsizlik maddenin, ister hareketsiz ister sabit hızla yol alıyor olsun devinim durumunda bir değişikliğe direnme özelliğidir. Eylemsizliğin üstesinden gelmek için bir dış kuvvete ihtiyaç vardır. Büyük bir kütlenin eylemsizliği küçük bir kütleden fazladır; bu yüzden daha büyük kütlelerin eylem durumunu değiştirmek için daha fazla kuvvet gerektirir.



Eşit devinim
Sepet ve toplar aynı yönde aynı hızda hareket ediyor. Yalnızca bir kuvvet devinimlerini değiştirebilir.



Eylemsizlik kayması
Bir kuvvet (bir engel) sepetin hareketini durdurur ama bu kuvvet topları pek etkilemez; bu yüzden eylemsizlikleri hareketlerini devam ettirir.

Top kinetik enerjiyi bitirir, onun yerini potansiyel enerji alır; top yukarı ya da aşağı değil, yalnızca yana hareket eder

Kütleçekimi devinimin dikey yönünü tersine çevirir ama yana hareket aynı yönde devam eder

Kütleçekimi topun yörüngesinin her evresinde aynı kuvvetle topu aşağı çeker

KÜTLEÇEKİMİ

Kütleçekiminden kaynaklanan ivme topun, yana doğrudan daha fazla aşağı doğru yol almasına neden olur

Kütleçekimi, yere çarpıncaya kadar topun hızlanmaya devam etmesine olanak verir

Bileşke kuvvetler

Hemen her zaman bir nesneyi etkileyen, onu farklı miktarlarda farklı yönlere iten birden fazla kuvvet vardır. Bu bireysel kuvvetler tek bir bileşke kuvvette birleşir. Bir bileşke kuvvet, Pythagoras teoremiyle hesaplanır; dik açılı bir üçgenin kısa kenarları iki kuvveti temsil eder, bileşke kuvvetinse uzun kenara, yani hipotenüse eşdeğer bir büyüklüğü ve yönü vardır.

HAVA YASTIKLARI NASIL ÇALIŞIR?

Bir araba kazasında ana tehlikelerden biri yolcuların eylemsizliğidir; çünkü araba aniden durunca, yolcuların bedeni hareket etmeye devam eder. Hava yastıkları eylemsizlikten yararlanarak bir çarpışmayı algılar ve şişer, yolcuları güvenli bir hızla yavaşlatır.



ÇARPMADAN ÖNCE HAVA YASTIĞI



ÇARPMADAN SONRA HAVA YASTIĞI

Hız ve ivme

Hız, bir nesnenin belirli bir yönde yol alma süratidir. Nesnenin hızında bir değişiklik, bir kuvvetin uygulanmasını gerektirir ve hızın değişme hızı ivme olarak ölçülür.

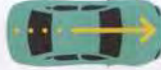
Hız

Sürat, birim zamanda alınan yoldur – örneğin, bir arabanın bir saatte ne kadar yol aldığının ölçüsü. Hız, süratin bir ölçüsüdür ama hareketin yönünü de içerir. Karşıt yönlerde yol alan arabalar aynı süratte hereket edebilirler ama farklı hızları vardır. Hareket eden her nesnenin, hareket eden diğer nesnelere kıyasla, fiili süratinden farklı olan göreli bir hızı vardır.

Sıfır fark
Bu iki arabanın sürat ve yön bakımından hızları aynıdır. Bu nedenle göreli hızları sıfırdır ve birbirlerine sabit bir mesafede kalırlar.



SAATTE 30 KM YOL ALAN ARABA

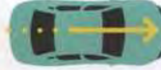


SAATTE 30 KM YOL ALAN ARABA

Yakalama
Sarı araba yeşil arabadan 30 km/s daha hızlı hareket ediyor; bu yüzden yeşil arabaya göre göreli hızının 30 km/s olduğu söylenebilir.



SAATTE 60 KM YOL ALAN ARABA



SAATTE 30 KM YOLALAN ARABA

Kafakafaya
Arabalar aynı hızda ama karşıt yönlerde yol alıyor. Birbirlerine göregöreli hızları 60 km/s'tir.



SAATTE 30 KM YOL ALAN ARABA



SAATTE 30 KM YOL ALAN ARABA

Üç yasa iş başında
Kalkışa geçen bir roket, Newton yasalarının iş başında gösterir. Duran roketin devinim durumunu değiştirmek için bir kuvvet gerekir (birinci yasa); rotekin ivme kazanması, roketin kütlesi ile yanan yakıtın sağladığı kuvvete bağlıdır (ikinci yasa); motorun sağladığı itme kuvveti, eşit ve karşıt bir kuvvetle karşılaşır: çekme (üçüncü yasa).



UZAY MEKİĞİNİN 28.000 KM/S'LİK BİR HIZA ULAŞMASI 8,5 DAKİKA ALIR

YUKARI DOĞRU HAREKET

NEWTON'IN BIRINCI YASASI

Dış bir kuvvet etkide bulunmadıkça her nesne düz bir çizgide hareketsiz ya da aynı devinim halinde kalır

Devinimin birinci yasası bir nesnenin eylemsizlik özelliğini, dış bir kuvvet tarafından zorlanmadıkça devinim durumunu değiştirmeye direncini tarif eder (bkz. s. 120-121).

İvme

İvme hızda meydana gelen bir değişikliktir ve saniye başına saniyede metreyle (m/s2) ölçülür. Yavaşlama da bir ivmedir ama hızın azaldığı bir ivme. İvme, son hızdan ilk hız çıkarılıp, geçen zamana bölünerek hesaplanır.

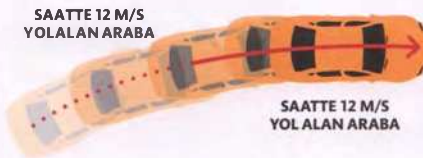
Hızlanma
Bu araba 1 dakikada hızını iki katına çıkarsa, hız değişimi (6 m/s) bulunup, saniye olarak geçen zamana (60 s) bölünerek ivmesi hesaplanabilir. Sonuç saniyede 0,1 m/s ya da 0,1 m/s^2 olur.



SAATTE 6 M/S YOL ALAN ARABA — SAATTE 12 M/S YOLALAN ARABA

Yön değiştirme
Dönüş yapmak gibi bir yön değişikliği, bir hız değişikliğidir. Bunu yapmak bir kuvvet gerektirdiği için, sürat değişmese bile dönüş bir ivmedir.

SAATTE 12 M/S YOLALAN ARABA



SAATTE 12 M/S YOL ALAN ARABA

Yavaşlama
Bu araba 1 dakikada süratini yarıya indirseydi, ivmesi -0,1 m/s2 olurdu. Son hız (6 m/s) ilk hızdan (12 m/s) daha düşük olduğu için negatif bir değerdir.



SAATTE 12 M/S YOL ALAN ARABA — SAATTE 6 M/S YOL ALAN ARABA

RÜZGÂR BOŞLUĞU

Bir nesne havanın içinden geçince, havayı yolun dışına iter. Hava geri gelip çekme kuvveti yaratır. Çekme etkisi, hareket eden bir nesnenin arkasında çekme kuvveti azalmış alana, rüzgâr boşluğuna girilerek azaltılabilir.

Arabanın büyük bir çekme kuvveti vardır; bu yüzden ivme kazanmak için daha fazla kuvvete ihtiyacı vardır



AŞAĞI DOĞRU HAREKET

NEWTON'IN İKİNCİ YASASI

Bir nesnenin ivmesi nesnenin kütlesi ile onu etkileyen kuvvete bağlıdır

Bir nesneyi etkileyen kuvvet ne kadar büyükse, ivmesi o kadar büyüktür. Bu, kuvvet = kütle x ivme formülüyle ifade edilir.

NEWTON'IN ÜÇÜNCÜ YASASI

Doğada her etkiye, eşit ve karşıt bir tepki vardır

"Etki" terimi uygulanan kuvvet demektir ve "tepki" ise, her zaman karşıt yönde geri iten eşit bir kuvvettir. Bu yasa kuvvetin kendi başına var olmadığını, iki nesne arasında bir etkileşim olduğunu gösterir.

Devinim yasaları

Her devinim bir nesnenin kütlesi, ona etki eden kuvvetler ve bunun sonucu oluşan ivmeler arasındaki ilişkiyi gösteren üç yasayla yönetilir. Devinim yasaları 1687'de Isaac Newton tarafından yayınlandı. Pek çok uygulama için yeterince doğru oldukları halde, Albert Einstein 1905'te, nesneler ışık hızına yaklaşınca yasaların başarısız olduğunu öne sürdü (bkz. s. 140-141).

Makineler

Basit makineler, bir kuvvet tipini başka bir kuvvet tipine dönüştüren aygıttır. Altı basit makine vardır ve bunların bazıları aslında hiç de makineye benzemez.

LEONARDO DA VİNCİ'NİN İLK HELİKOPTER TASARIMINA VERDİĞİ AD, HAVA VİDASIYDI



Altı basit makine

Bir bisiklet, pek çok mekanik aygıt gibi, basit makinelerin bir bileşimidir. Zincir mekanizması ve fren levyesi gibi bazılarının, açık bir mekanik işlevi vardır. Bazılarının işlevi, ayarlama, onarma, hatta yokuş yukarı bisiklet sürmek için kullanıldıklarından, daha belirsizdir. Bisiklet sürmek ve bakımını yapmak, altı basit makinenin hepsinden yararlanır: Kaldıraç, palanga, tekerlek ve dingil, vida, kama ve eğik düzlem.

VİDA



Seleyi sağlamlaştıran vidayı sıkmak, bir yığın dönüşü az miktarda çok güçlü sıkıştırmaya dönüştürür. Özünde uzun, sarmal bir kamadır.

KAMA

Dış lastiği janttan ayırmak için altına bir aleti zorla sokmak, kama ilkesinden yararlanır. Bir itme kuvveti, daha kısa mesafede etkili olan daha güçlü bir ayırma kuvvetine dönüştürülür.



PALANGA



Bisiklet zinciri esasında bir palanga sistemidir - bir çark, bir tip kabloyu çekerek diğerini hareket ettirir. Çarkların göreli büyüklüğü sürati ve gücü belirler.

TEKERLEK VE DİNGİL



Bir tekerlek, bir kaldıraç gibi hareket ederek sürtünmenin (bkz. s. 126-27) üstesinden gelen sabit bir dingilin üzerinde döner. Çok miktarda kasnak hareketini, dingilde küçük ama güçlü bir dönme hareketini çevirir.



Mekanik avantaj

Bütün makineler, kuvvet yükseltiminin bir ölçüsü olan mekanik avantaj ilkesini uygular. Yani, bir boya kutusunun kapağının altına bir levye sokup kaldırmak gibi, büyük bir hareketi daha büyük güçle küçük bir harekete dönüştürmenize olanak verir. Ama bir fener balığı bir oltanın ucuna güç uygulayıp geniş bir yay şeklinde salladığında olduğu gibi, tersine de çalışabilir.



Düşük vites
Bir bisiklette düşük vites, tepeyi tırmanmak için sürat pahasına pedal dönüşünü daha fazla güce dönüştürür.



Yüksek vites
Tepeye ulaşınca daha yüksek bir vitese geçmek sürati artırır.

ANAHTAR
Kol kuvveti (girdi kuvvet) — Yük (çıktı kuvvet) — Destek

KALDIRAÇ



Fren bir milin üzerinde dönen bir kaldıraçla çalışır. Kaldıraç küçük bir kuvveti büyük bir kuvvete çevirir. Kaldıracı çekmek bir kabloyu kasıp, kaliperleri jantı sıkıştırmaya zorlar.

EĞİK DÜZLEM



Düz duvarda bisiklet sürmek olanaklı değil. Eğik düzlem ya da rampa, bisikletçinin pedal çevirmek zorunda olduğu mesafeyi artırma pahasına sorunu çözer.

Kaldıraç sınıfları

Yükün ve kuvvetin desteğe göre nerede olduğuna bağlı olarak üç kaldıraç sınıfı vardır. Farklı yönlerde hareketi ya da gücü artırmak için tercih edilebilirler.



Birinci sınıf
Yük ve kuvvet, desteğin karşıt taraflarındadır. Makas ve pense bunun örneğidir.



İkinci sınıf
Yük, kuvvet ile destek arasındadır. Fındık kıracağı, ikinci sınıfı kaldıracın bir örneğidir.



Üçüncü sınıf
Cımbızda olduğu gibi, Kuvvet, yük ile destek arasına uyglanır.

Dişli oranı

Dönme kuvveti biçiminde güç ya da tork, çoğu kez birbirine geçen dişli "dişleriyle" aktarılır. Büyük hareket dişlisinin küçük dişlinin üç katı dişi varsa, küçük dişliyi üç kat hızlı döndürür. Birkaç dişliye birlikte çoğu kez dişli takımı denilir.

Küçük dişli daha hızlı döner
HAREKET DİŞLİSİ

Dişli oranı
Küçük bir dişliyi hareket ettiren büyük bir dişli sürati artırır. Tersi daha fazla güç verir.

Sürtünme

Sürtünme, iki nesne ya da madde birbirine sürtündüğü zaman, sürtünme devinim yönünün tersine ittiği için gerçekleşen direnç kuvvetidir. Bir nesne bir sıvıdan ya da gazdan geçtiğinde, çekme olarak bilinen bir sürtünme biçimine neden olur.

Karşıt kuvvetler

İki malzeminin yüzeyi buluşunca sürtünme meydana gelir. Mikroskobik düzeyde yüzeyler asla pürüzsüz değildir ve yüzeyler karşıt yönlerde hareket edince, küçük girinti-çıkıntılar birbirine takılır. Her çıkıntı minik bir kuvvet uygular ama hep birlikte, devinimi yavaşlatan ya da durduran bir direnç oluşturur. İki yüzey birlikte hareket edince, aralarındaki sürtünme kinetik enerjiyi termal enerjiye ya da ısıya dönüştürür.

Pürüzlülük, iki yüzeyin birbirini kolayca geçememesi demektir



Sürtme
Sürtünme yüzeylerin pürüzlülüğüyle iligilidir. Başka bir nesneyi bastıran bir nesnenin ağırlığı, iki yüzey arasında yakın temasa neden olur.

Su tabakası



Kolayca kayma
İnce bir sıvı su tabakası buzu çok az temas sağlayacak şekilde diğer yüzeylerden ayırdığı için, buz kaygandır.

MANYETİK RAYLI TRENLER, TRENİN HAVAYA KALKMASINA OLANAK SAĞLAYARAK TREN İLE RAY ARASINDAKİ SÜRTÜNMEYİ KESER

Yolu kavrama
Bir araba lastiğinin yüzeyi girinti-çıkıntılarla kaplıdır. Bu "kavrama," lastiği daha pürüzlü yapar; böylece yol yüzeyinin daha pürüzlü bölümlerine bağlanır. Lastiğin yüzeyindeki oluklar suyu arabadan uzaklaşmaya zorlar. Tutunma ve deformasyon, lastiğin yolu kavramasına yardım eder ama çok fazla baskı kauçuğu elastik toparlanmanın ötesinde deforme eder ve yüzey yırtılır.

YAĞLAMA

Bir makinede hareketli parçalar arasındaki sürtünme hasara neden olur; çünkü sürtünen parçalar birbirini aşındırır. Bu etkiyi azaltmak için tamirciler, parçaları yağ bazlı bir kayganlaştırıcıyla kaplar. Bu, yüzeyler arasında kayganlaştırıcı bir engel oluşturur ve parçaların üzerinde uzun süre kalacak kadar yapışkandır.

Yağ, dişliler arasında fiziksel bir engel oluşturur



İKİ DİŞLİ

ÇEKİŞ



Bir araba lastiğinin sırt deseni, yağmur ve kar gibi belli koşullarda çekiş gücünü maksimize edecek şekilde tasarlanır. Normal yol lastikleri yağmur suyunu dışarıya akıtır; bu yüzden lastik ile yol arasındaki teması azaltmaz ve çekiş sorunlarına yol açar.

Kavrama ve çekiş

Bir arabanın lastikleri yolu kavrayacak, yolun yüzeyiyle büyük bir sürtünme miktarı yaratacak şekilde tasarlanır. Bu sürtünme tekerlerlere çekiş gücü kazandırır; böylece dönerken yola abanıp arabayı ileri itebilirler. Yeterince kavrama olmazsa, tekerlekler patinaj yapar.

Artan temas
Ağır bir yük lastiği yere daha fazla itip temas alanını ve dolayısıyla sürtünme kuvvetini artırır.

KÜÇÜK DİKEY YÜK



BÜYÜK DİKEY YÜK



ATEŞ YAKMAK İÇİN SÜRTÜNMEYİ KULLANMAK

Ateş yakmanın en yaygın yollarından bazıları sürtünmeyi kullanır -çakmak taşını sert bir yüzeye vurup kıvılcım yaratmak gibi. Bir yay matkabı bir yayın hızla sağa sola döndürülmesini gerektirir; bu, sert ağaçtan sivri bir iği, bir parça şömine tahtasında talaşla dolu bir oluğa sıkıştırır. Sürtünmeden kaynaklanan ısı, talaşı tutuşturur.



Süreklemeyi azaltma

Çekme, su ve hava gibi akışkanlardan geçen nesnelerin neden olduğu sürtünmedir. Uçak kanatları ve gemi tekneleri, çekmeyi azaltacak şekilde tasarlanır. Trimaran ve kayaklı gemi gibi bazı tekneler, suyla temas alanını sınırlar. Uçakların kanat uçları, türbülanslı hava akışını kontrol edip çekmeyi azaltır.

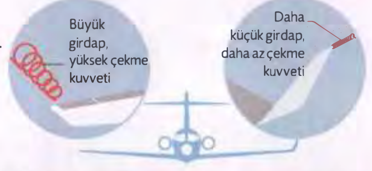


Sınırlı su teması
Bir trimaranın çekme kuvvetini azaltmak için görece küçük bir toplam yüzey alanına sahip üç teknesi vardır.



Yüzeyleri yükseltmek
Bir deniz uçağı gövdeyi suyun üstüne kaldıran çekme kuvvetini büyük ölçüde azaltmak için kanat benzeri gemi kayakları kullanır.

Kanat ucu girdapları
Kanat uçları uçuş sırasında yakıt verimliliğini azaltan girdaplar yaratır. Bir kanatçık eklemek, kanat ucunu küçültür ve çekme kuvvetini azaltır.









Yaylar ve sarkaçlar

Bir yay, sıkıştırıldığında ya da gerildiğinde ilk konumuna geri dönen elastik bir nesnedir. Bu, bir kütlenin merkezi bir noktanın etrafında hareket ettiği ya da salındığı basit uyumlu devinimin temel bir yanı olan ve geriçağrım kuvveti denilen bir kuvvete tabidir. Bir sarkacın hareket tarzı da aynı özelliğe sahiptir.

EVDE YAYLAR NEREDE BULUNUR?

Döşekten ve saatten elektrik düğmelerine, tost makinesine, elektrikli süpürgeye ve kapı menteşelerine kadar yüzlerce gündelik eşyada farkında olmadan yay kullanırız.

ANAHTAR
Kütleçekimi
Geriçağrım kuvveti

Salıncak, bu merkezi döngül nokta etrafında bir sarkaç devinimiyle salınır

DÖNGÜL NOKTA

BAŞLAMA
HIZ = 0
GERİÇAĞRIM KUVVETİ = MAKSİMUM

Geriçağrım kuvveti, salıncağı çekip merkeze doğru hareket etmeden önce bir an durdurur; bu noktada hız sıfırdır ve geriçağrım kuvveti maksimum düzeydedir

Salıncak merkeze doğru hareket ediyor, yaklaştıkça sürati artıyor

Sarkaç devinimi
Bir oyun parkı salıncağında, herhangi bir sarkaçta olduğu gibi, geriçağrım kuvveti, aşağı doğru çeken kütleçekimi kuvveti ile salıncak oturağını döngül noktaya bağlayan zincirdeki gerilim kuvvetinin bileşimidir. Tam bir salınma, nesne denge noktasına geri döndüğü için, ortalama sıfır hız üretir.

Denge noktasında kütleçekimi ve salıncağın gerilim kuvveti dengelidir, bu yüzden geriçağrım kuvveti kaybolur; oysa salıncak hareket etmektedir ve sağa doğru devam eder

KÜTLEÇEKİMİ

DENGE NOKTASI
HIZ = MAKSİMUM
GERİÇAĞRIM KUVVETİ = 0

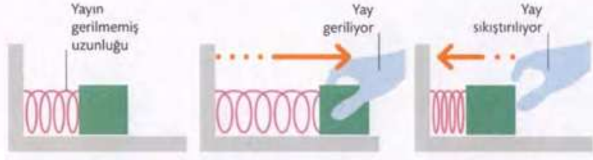
Salınım

Salınım, merkezi bir nokta etrafında tekrarlı bir harekettir. Bir kuvvet –geriçağrım kuvveti– nesneyi merkezi bir noktaya geri çektiği için bir nesne salınır. Merkezi noktada sistem dengededir. Salınan bir sarkaç ile bir yayın ucundaki ağırlık, salınım örnekleridir. Her iki örnekte de devinim, düzenli hızlanma ve yavaşlamadan ibarettir.



Esnek kuvvetler

Bir yay özellikle esnek bir nesnedir, yani eski haline gelmeden önce geçici olarak şekil değiştirebilir. Bir kütle yayı çektiğinde yay uzar. Uzama, yayda bir geriçağrım kuvveti yaratır; bu kuvvet yayı ilk şekline çeker. Geriçağrım kuvveti yayın şeklini değiştiren kuvvetle eşit olunca uzama durur.



Dinlenme hali
Yayın ucundaki kütle yaya bir kuvvet uygulamaz. Buna denge noktası denilir.

Germe kuvveti
Kütleyi hareket ettirmek yayda, onu denge noktasına geri çeken bir geriçağrım kuvveti yaratır.

Sıkıştırma kuvveti
Yayı itip bırakmak, denge noktasını geçmesini sağlar ama geriçağrım kuvveti geri getirir.



DÜNYANIN EN UZUN SARKACININ UZUNLUĞU 1.353 M'DİR

Young modülü

Mühendislerin bir maddenin ne kadar katı olduğunu bilmeleri gerekir ki, onunla nasıl inşaat yapacaklarını öğrenebilsinler. Bir maddenin esnekliği, onu deforme etmek için ne kadar kuvvete gerek olduğunu gösteren Young mödülü olarak ölçülür. Basınç birimi paskalla ölçülür. Yüksek bir Young modülü malzemenin katı olduğunu, gerildiğinde şeklini zor değiştirdiğini gösterir. Düşük bir değer, maddenin büyük elastik deformasyonlara uğrayabildiğini gösterir.

Madde	Young modülü (paskal)
Kauçuk	0.01-0.1
Ağaç	11
Yüksek dayanımlı beton	30
Alüminyum	69
Altın	78
Cam	80
Diş minesi	83
Bakır	117
Paslanmaz çelik	215.3
Elmas	1050-1210

Deformasyon

Bazı kuvvetler bir malzemenin şeklini değiştirebilir. Başlangıçta bir germe kuvveti elastik deformasyona neden olur. Kuvvet kaldırılınca, geriçağrım kuvveti malzemeyi ilk şekline geri getirir. Germe kuvveti artarsa, malzeme elastik sınırını aşar ve bu yüzden şekil değişikliği kalıcı olur.

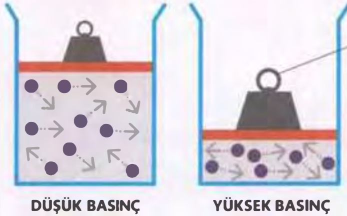


Basınç

Basınç, yüzeye uygulanan bir kuvvetin yüzey alanına bölünmesidir. Su ve hava dahil, bir ortama ya da bir ortam tarafından uygulanabilir.

Gazlarda basınç

Bir kuvvet uygulandığında gaz daha küçük bir hacme sıkışır. Moleküller gaz molekülleri gibi davranmayı bırakıp bir sıvıya dönüşene kadar, daha sıkı bir biçimde tıkışır. Basınçlı bir gaz silindirinin açıkça sıvı içermesinin nedeni budur. Vananın açılıp basıncın gevşetilmesi, sıvının tekrar gaza dönüşmesine olanak verir.

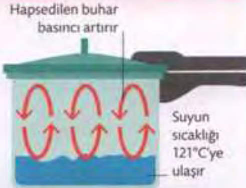


Daha büyük ağırlık içindekileri sıkıştırır

Yüksek yoğunluk
Hava gibi bir gazı sıkıştırmak, kütlesi aynı kalırken hacmini düşürür ve bu da gazın yoğunluğunu artırır.

DÜDÜKLÜ TENCERE NASIL ÇALIŞIR?

Atmosfer basıncında su 100°C'de kaynar. Çıkan buhar genellikle kaçar ama bir düdüklü tencerede içeride tutulur ve basınç yükselir. Bu durum suyun kaynama derecesini yükseltir ve yemeği daha hızlı pişirir.



Yüksekte ve derinde basınç
Atmosfer basıncı ATM ile ya da paskalla (Pa) ölçülür. Deniz seviyesinde basınç 1 ATM'dir (101.325 Pa). Yükseldikçe havanın yoğunluğu azaldığı için basınç da azalır. Hava bir gaz olduğu için, genişleyip daha az yoğun olması olanaklıdır. Okyanus suyu basıncı derinlikle birlikte artar ama yoğunluk sabit kalır.

11,000 M
35,000FT

YOLCU UÇAĞI — 0.21 ATM

9,000 M
30,000FT

EVEREST DAĞININ ZİRVESİ — 0.31 ATM

7,500 M
25,000 FT

DAĞ TIRMANIŞINDA "ÖLÜM KUŞAĞI" — 0.35 ATM

6,000 M
20,000FT

4,500 M
15,000 FT

MONT BLAN'IN ZİRVESİ — 0.55 ATM

3,000 M
10,000FT

BİR HAVA DALIŞÇISI İÇİN TİPİK ATLAMA YÜKSEKLİĞİ — 0.69 ATM

1,500 M
5,000 FT

BURJ KHALIFA, DUBAİ — 0.91 ATM

0 M
0 FT

DENİZ SEVİYESİ — 1 ATM

2.97 ATM — BİR SCUBA

Sıvılarda basınç

Gazlardan farklı olarak sıvıları, basınçla daha küçük bir hacme sıkıştırmak çok zordur. Bir sıvıya uygulanan basınç, sıvıyla aktarılır. Örneğin bir sıvı bir borunun içindeyse, bir uçta uygulanan basınç, diğer uca kadar bütün yolu geçmiş olur. Üstündeki suyun ağırlığından ötürü derinlikle birlikte basınç artar; barajların tabanının daha kalın olmasının nedeni budur. Basınç yoğunluktan da etkilenir. Sıvı ne kadar yoğunsa, uyguladığı basınç o kadar yüksektir.

Akıtan kova
Derinde basınç artışı, bir kovada aynı büyüklükte üç delikten suyun akma hızıyla gösterilir.



HİDROLİK

Sıvıların sıkıştırılamazlığa yakınlığı, makineleri çalış-tırmak için boru şebekesiyle basınç aktarmalarını olanaklı kılar. Bir pompa silindirini, alanı iki kat bir kaldırma mekanizmasına bağlamak için bir boru kullanılırsa, basınç aynı kalmasına rağmen kullanılan kuvvet iki katına çıkar.









CHALLENGER ÇUKURUNDAKİ BASINÇ, DENİZ SEVİYESİNDE-KİNİN 1.099 KATIDIR

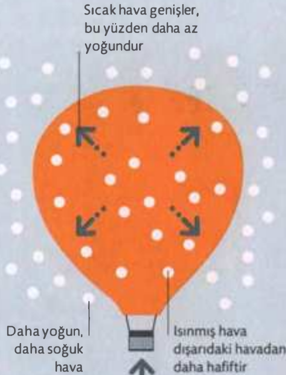


Uçma

Uçuş teknolojisi çok farklı iki ilkeden yararlanır. Balonlar ve hava gemileri, sıcak hava ile hidrojen ve helyum gibi gazların yukarı doğru çıkmaları gerçeğine dayanır. Diğer bütün uçaklar kanat ve rotor kullanarak kaldırma kuvveti üretmeye dayanır.

Havadan hafif

Normal bir balon, dışarıdaki havadan daha hafif bir gazla dolu olduğu için gökyüzüne yükselir. Pek çok insanlı balon, havayı ısıtıp genişleterek bunu başarır; ısıtma havayı daha az yoğun ve dolayısıyla soğuk havadan daha hafif yapar. Hava gemileri genellikle hidrojen ya da helyum içerir. Parti balonlarını şişirmek için de helyum kullanılır. Hidrojen helyumdan iki kat daha hafiftir ama tehlikeli ölçüde yanıcıdır; helyumsa yanıcı değildir.



Sıcak hava balonunda kaldırma kuvveti
Hava ısıtılınca molekülleri ayrılır, bu yüzden genişler. Artık aynı hacmi işgal eden molekül sayısı daha az olduğu için, balonun içindeki hava daha az yoğundur.



Güç kullanarak uçuş

Sabit kanatlı uçaklar ve helikopterler havadan ağırdır. Havayı saptırıp üzerlerindeki basıncı azaltmak için özel yapım kanatlarını ya da rotorları kullanarak çalışırlar. Gelen hava ile kanatlar arasındaki açı –hücum açısı– çok önemlidir. Kalkış için, hücum açısını ve kanat eğriliğini artırıp, olası maksimum kaldırma kuvveti sağlamak için uçağın kanatlarındaki flaplar açılır.



1 Kalkışa hazırlanma
Bir uçak, havayı kanatlarının üzerine zorlayıp kaldırma kuvveti yaratmak için ileri doğru devinime dayanır. Hızlanmak için güçlü bir motor kullanırken, uyarlanabilir flaplar düşük hızda kaldırma kuvvetini yükseltir.



2 Bernoulli etkisi
Basınç, bir ortamın devinimine bağlı olarak değişir - buna Bernoulli etkisi denilir. Kanadın üst yüzeyinin alt yüzeyinden daha uzun bir kavisi vardır; bu yüzden onun üzerinde hava daha hızlı akar. Bu durum kanat üzerindeki basıncı azaltıp kaldırma kuvveti yaratır.



VERİLİ BİR ANDA YAKLAŞIK 9.250 YOLCU UÇAĞI HAVADADIR



3 Düz uçuş
Kanatların sağladığı kaldırma kuvveti kütleçekimi kuvvetini dengeler ama ancak motordan gelen itme kuvveti uçağı yeterince hızlı ileriye hareket ettirirse. Bu itme kuvveti, kaldırma kuvvetlerinin yarattığı çekme kuvvetinin de üstesinden gelmelidir.

HAVALANAN EN AĞIR UÇAK HANGİSİDİR?

Antonov An-225 kargo uçağı 1985'te üretildi. Maksimum 705 tonluk bir ağırlığı vardır ve altı turbofan motorla çalışır.

BİR HELİKOPTER NASIL KALDIRMA KUVVETİ ÜRETİR

Helikopterin hızlı dönen pervaneleri, helikopteri havada tutan kaldırma kuvvetini üretir. Devirli ileri hareket çubuğu denilen bir kumandanın hareket ettirilmesi, pervanelerin açısını değiştirip, helikopteri havada hareket ettirir.



Kármán çizgisi

Hava yoğunluğu yükseklikle birlikte azalır. Bu durum çekme kuvvetini azaltıp, uçağın daha hızlı uçmasına olanak verir ama daha hızlı uçup çekme kuvveti üretmeye de zorlar. Kármán çizgisi denilen 100 km'lik bir irtifada, hava destekli uçuş olanaklı değildir. Kármán çizgisi, dünya atmosferi ile uzay arasındaki sınır kabul edilir.

TERMOSFER
80-600 KM

Yörüngede
Bir nesne, Kármán çizgisinin üstünde sürekli uçmak için yörünge hızıyla -merkezkaç kuvvetin kütleçekimi kuvvetini dengelediği sürat- hareket etmelidir (bkz. s. 24-215).

29,000 km/s

KÁRMÁN ÇİZGİSİ 100 km

Bir uçağın havada kalmak için gerekli uçuş hızı

MEZOSFER
50-80 km

STRATOSFER
16-50 km

Ticari bir uçağın 12 km irtifada havada kalması için gereken uçuşhızı

TROPOSFER
0-16 km



900 km/s

ARŞİMET NEDEN "EVREKA" DİYE BAĞIRDI?

Sudan ağır olan nesnelerin kendi hacimleri kadar suyun yerini değiştirdiklerini keşfetti - her şeklide nesnenin hacmini ölçmek için yararlı.

AĞIRLIK

5.000 tonluk bir ağırlık, aşağı doğru kuvvettir

5.000 TON

Yük geminin toplam yoğunluğunu artırır ama yine de hava cepleri vardır ve onu sudan daha az yoğun yapar

TEKNENİN İÇİNDEKİ HAVA

ÇELİK TEKNE

Batma
Som çelikten bir ağırlık sudan sekiz kat daha yoğundur. 5.000 tonluk bir denizaltı olarak kendi hacmi kadar suyun yerini değiştirir ama o suyun ağırlığı yalnızca 625 ton civarındadır. Suyun ağırlığı yukarıya doğru küçük bir kaldırma kuvveti uygular ama çelik ağırlığın kuvvetine karşı koyamaz, bu yüzden batar.

AĞIRLIK

5.000 TON

Çelik ağırlık küçük ve ağırdır, hava cepleri yoktur

Ağırlık batar

Kaldırma kuvveti 625 tondur - ağırlığın batmasını durdurmaya yetmez

KALDIRMA KUVVETİ

Geminin içindeki hava onu sudan daha az yoğun yapar

Su, 5.000 tonluk eşit kaldırma kuvvetiyle geminin ağırlığına karşı koyar

KALDIRMA KUVVETİ

Yüzme
Çelik bir yük gemisi havayla doludur ve bu yüzden, toplam yoğunluğu suyun yoğunluğundan daha azdır. 5.000 tonluk ağırlığı yer değiştirir ve 5.000 ton okyanusun kaldırma kuvvetiyle yüzer durumda kalır.

Kaldırma kuvveti nasıl çalışır?

Kaldırma kuvveti, sıvıların ve gazların katılara uyguladığı yukarı kaldırma kuvvettidir. Bununla birlikte, kaldırma kuvveti yoğunlukla dengeli çalışır. Bir nesne çok yoğunsa, kaldırma kuvveti batmayı durdurmaya yetmez.

Kaldırma kuvveti nedir?

Bir nesne bir akışkana –sıvı ya da gaz– konulduğunda, kendi hacmine eşit hacimde akışkanı kenara iter ya da yerini alır. Nesne akışkandan daha yoğunsa, yerdeğiştiren hacim nesneden daha hafif olur ve dolayısıyla nesne batar. Ama akışkandan daha az yoğun olan nesne, kaldırma kuvveti ağırlığı dengelediği için yüzer.

YÜZME KESESİ

Bazı balırlar, denizaltılar gibi, kanlarında çözünük bulunan gazı gaz bezleriyle yüzme kesesine salarak suda yükselir. Gelen gaz kesenin hacmini artırıp balığı daha az yoğun yapar ve yükselmesine neden olur. Batmak için gaz tekrar kanda çözünür ve kese küçülür.



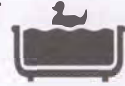
Yüzme kesesi



Ağırlık ve yoğunluk

Bir gemi yüklenirken, hava sahası havadan ağır yükle dolar ve bu yüzden toplam yoğunluğu artar. Bir konteyner yüklendiği her seferinde, gemi suya daha fazla oturur; çünkü ağırlık ile kaldırma kuvveti arasında yeni bir denge buluncaya kadar daha fazla ağırlık daha fazla suyu kenara iter. En yüksek güvenli yük için su hattı – Plimsoll çizgisi– geminin teknesine boyanır.

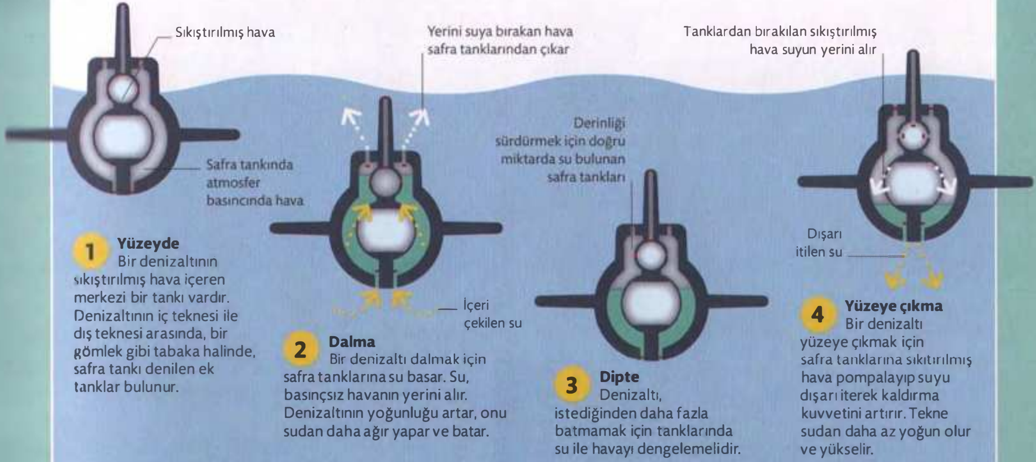
BÜTÜN YÜZEN NESNELER EŞİT HACİMDE SUYUN YERİNİ ALIR





Denizaltılar

İstediği zaman dalan ve yüzeye çıkan denizaltılar sıkıştırılmış hava tankları kullanarak ortalama yoğunluklarını değiştirir. Bir güç kaynakları olduğu sürece, bunu sonsuza kadar yapabilirler; çünkü yüzeydeyken atmosferden yeni havayı tanklarına pompalayıp sıkıştırarak, tekrar yüzeye çıkmaya hazır hale gelebilirler.



1 Yüzeyde Bir denizaltının sıkıştırılmış hava içeren merkezi bir tankı vardır. Denizaltının iç teknesi ile dış teknesi arasında, bir gömlek gibi tabaka halinde, safra tankı denilen ek tanklar bulunur.

2 Dalma Bir denizaltı dalmak için safra tanklarına su basar. Su, basınçsız havanın yerini alır. Denizaltının yoğunluğu artar, onu sudan daha ağır yapar ve batar.

3 Dipte Denizaltı, istediğinden daha fazla batmamak için tanklarında su ile havayı dengelemelidir.

4 Yüzeye çıkma Bir denizaltı yüzeye çıkmak için safra tanklarına sıkıtırılmış hava pompalayıp suyu dışarı iterek kaldırma kuvvetini artırır. Tekne sudan daha az yoğun olur ve yükselir.

Vakumlar

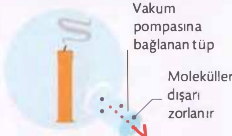
Kusursuz bir vakum, hehangi bir türde hiçbir malzeme içermeyen boş bir uzay bölgesidir. Bu durum pratikte hiç gözlemlenmedi –dış uzay bile ölçülebilir basınç uygulayan maddeler içerir– bu yüzden gerçek dünyada vakumlara kısmi vakum denilir.

Vakum nedir?

17. yüzyılda bir kaptaki havayı emen bir pompa kullanılarak bir vakum yaratmak olanaklı hale geldi. Deneyler vakumda alevin söndüğünü ve sesin oradan geçmediğini gösterdi; çünkü ses yol almak için hava gibi bir aracıya ihtiyaç duyar. Işık bir ortama ihtiyaç duymaz ve bir vakumdan geçebilir.



Havadaalev
Bir mum, havayla dolu bir kabın içinde yanar. Havadaki oksijen mumla tepkimeye girip ısı ve ışık salar.



Sönmüş alev
Vakum yaratmak için havayı dışarı emmek, alevin sönmesiyle sonuçlanır. Çünkü yanma oksijen gerektirir.

Çevre	Basınç (paskal)	Santimetreküp başına molekül
Standart atmosfer	101,325	2.5×10^{19}
Elektrik süpürgesi	yak. 80,000	1×10^{19}
Dünyanın atmosferi	1–0.0000007	10^{7}–10^{14}
Ayın yüzeyi	1–0.000000009	400,000
Gezegenler arası uzay		11
Galaksiler arası uzay		0.000006

TERMOS NASIL ÇALIŞIR?

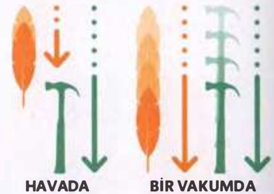
Bir termos sıcak sıvıların soğumasını veya soğukların ısınmasını durdurmak için vakum kullanır. Sıvı, ısıyı dışarıya aktarabilen ısıyayım akımlarını engelleyen bir vakumla çevrili bir bölmenin içindedir. Kap, hem ısıyı tekrar içeriye yansıtmak hem dışarıdan geleni uzaklaştırmak için gümüşlenir.

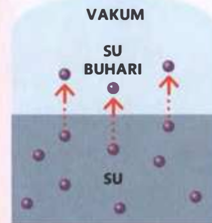


Bir vakumun içi

Maddeler her zaman boş bir uzayı doldurmak için yayılır. Elektrikli süpürgede "emmeyi" yaratan bu süreçtir; çünkü dışarıdaki hava, içeride yaratılan vakuma hücum eder. Bir vakuma yerleştirilen maddelerdeki moleküller, özellikle sıvıların molekülleri, bağlarını koparıp boşluğu dolduran bir gaz oluştururlar.

Dirençyok
Bir vakuma düşen nesneler, inişlerini yavaşlatacak bir hava direnciyle karşılaşmaz. Bir çekiç ile bir kuş tüyü havada farklı hızlarda düşer ama bir vakumda yan yana aşağı düşer.





Kusursuz vakum
Su molekülleri bir vakuma maruz kalınca buharlaşıp uzayı doldurur. Çok azı tekrar sıvıyla birleşir.



Kısmi vakum
Su buharlaşıp basıncı artırır. Su molekülleri her iki yöne eşit hareket edince sistem denge durumuna ulaşır.



Bir vakuma maruz kalma

Dış uzay kusursuza yakın bir vakumdur. Uzayda yürüyenler, yalnızca radyasyondan, güneş ışığından ve boş uzayın soğuğundan korunmak için değil, vücudun etrafında basınçlı bir atmosfer yaratmak için de uzay giysileri giymelidirler. Giysi ya da maske bozulursa, ani ölüm neredeyse kesindir ama bilimkurguda sıkça tasvir edildiği kadar dramatik olmaz.

TARDİGRADLAR, UZAY BOŞLUĞUNDA YAŞAYABİLEN MİKROSKOBİK HAYVANLARDIR

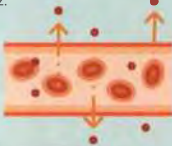
1 Hızlı salım
Akciğerdeki ve bağırsaklardaki gazlar, vücut deliklerinden vakuma boşalıp, hassas dokulara zarar verir.



2 Kuruma
Vakuma maruz kalan su saniyeler içinde buharlaşır. Gözler ile ağız ve burun duvarları kurur, derinin üzerinde don oluşur.



3 Oksijen yoksunluğu
Bir vakumda oksijen kandan çıkıp gider; dokular kullanacak oksijen bulamaz.



4 Ölüm
Beyinde oksijen olmadan astronot 15 saniye içinde bilincini kaybeder. Beyin oksijen almazsa, 90 saniye içinde ölür.



5 Vücut genişler
Vücut dağılmaya başlar, sıvıları ve gazları salar, büyüklüğü iki katına çıkar.



6 Donmuş katı
Vakuma birkaç saat maruz kaldıktan sonra vücut, suyun donma noktasının epey altına kadar soğur ve tamamen katılaşır.

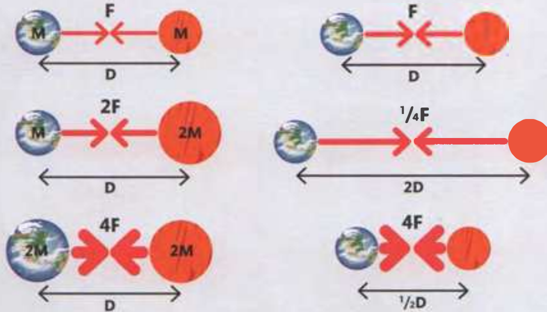


Kütleçekimi

Kütleçekimi kuvvetini bir çekme kuvveti olarak düşünebiliriz. Düşen nesneleri yere çeker ve dünyayı güneşin etrafında yörüngesinde tutar. İlk kez Isaac Newton, 1600'lerde kütleçekimi kuvvetini matematikle açıkladı.

Kütleçekiminin özellikleri

Kütleçekimi kuvveti, maddeyi birbirine çeken bir çekim kuvvetidir. Newton'ın evrensel kütleçekimi yasasında ortaya konulduğu gibi, çekimin büyüklüğü iki faktöre bağlıdır: Söz konusu kütlelerin büyüklüğü ve aralarındaki mesafe. Kütleçekimi doğanın dört temel kuvvetinin (bkz. s. 27) en zayıf olanıdır. Bununla birlikte yıldızlar ve galaksiler gibi çok büyük kütleler, uzak mesafelerde etkili olan büyük kütleçekimi kuvveti üretirler.



Kütleçekimi ve kütle
İki nesne arasındaki uzaklığın (D) aynı kaldığını varsayarsak, kütleçekimi kuvveti (F) kütleleriyle (M) doğru orantılıdır. Bir nesnenin kütlesini iki katına çıkarmak (2M), nesneler arasındaki çekimi (2F) iki katına çıkarır. Her iki nesneyi iki katına çıkarmak, çekimi dört kat artırır (4F).

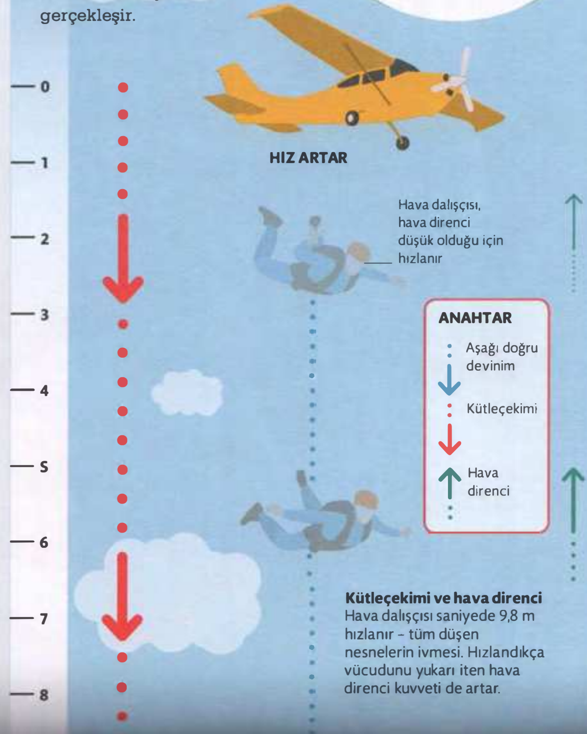
Kütleçekimi ve uzaklık
Kütleçekimi kuvveti, nesnelerin kütlesinin aynı kaldığını varsayarsak, iki nesne arasındaki uzaklığın (D) karesiyle ters orantılıdır. Uzaklığı iki katına çıkarmak (2D), çekimi dört kat azaltır (1/4F). Uzaklığı yarıya indirmek (1/2D), kütleçekimi dört kat artırır (4F).

Son hız

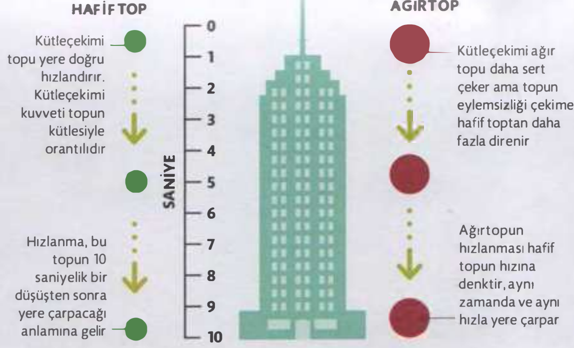
Kütleçekimi düşen nesneleri ivmelendirir, yere yaklaştıkça hızlarını artırır. Bununla birlikte, uzun bir süre düşen nesneler maksimum ya da son hıza ulaşır. Bu, kütleçekimin aşağı doğru çekmesi ile hava direncinin yukarı doğru itmesi denkleşince gerçekleşir.

G-KUVVETİ NEDİR?

G-kuvveti, bir nesnenin deviniminde, hızlandıklarında bir kişiye daha ağır olduklarını hissettirebilen bir değişimdir. Bir kişi yerde durduğunda kütleçekimi kuvveti 1 g'dır.



Kütleçekimi ve hava direnci
Hava dalışçısı saniyede 9,8 m hızlanır – tüm düşen nesnelerin ivmesi. Hızlandıkça vücudunu yukarı iten hava direnci kuvveti de artar.



Kütle ve ağırlık

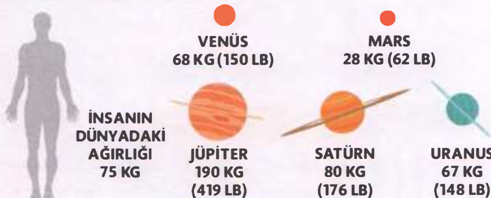
Dünyadaki nesneler tarif edilirken, kütle ve ağırlık birbirinin yerine geçen terimlerdir. Ne var ki, kütle bir nesnedeki madde ve enerjinin bağımsız bir ölçüsüdür; ağırlıksa, dünyanın kütleçekimsel alanının bir kütleye uyguladığı kuvvettir.

Eşzamanlı yere inme

Hafif bir top ile ağır bir top aynı hızla düşer (hızlanır). Ağır topun üzerindeki kütleçekimi kuvveti daha büyüktür; çünkü bu kuvvet kütleyle orantılıdır. Bu daha büyük kuvvet, ağır topun hafiftoptan daha hızlı hızlanmasına neden olur.

DİĞER GEZEGENLERDE NE KADAR AĞIRIZ?

Bir nesnenin kütlesi aynı kalırken, ağırlığı gezegenden gezegene değişen kütleçekimi kuvvetine bağlıdır. Daha küçük gezegenlerde bir kişi, dünyada olduğundan daha hafiftir ama Jüpiter gibi daha büyük gezegenlerde çok daha ağır olur.



10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
SANİYE

Yaklaşık 12 saniye sonra kütleçekimi ve hava direnci eşitlenmeye yakın olur; bu yüzden hızlanma durur ve hava dalgıcı son hızla düşer

SON HIZ

Paraşütü açmak hava direncinde hızlı bir artış yaratıp, hızı düşürür

HIZ DÜŞER

SON HIZ

Kütleçekimi ve hava direnci tekrar birbirini dengeler; bu yüzden hava dalışçısı daha yavaş bir son hıza ulaşır

Özel görelilik

1905'te Abert Einstein devinimin, uzayın ve zamanın nasıl birlikte çalıştığını anlamanın devrimci bir yolunu önerdi. Buna özel görelilik (izafiyet) teorisi dedi ve amacı, fiziğin o zamanki en büyük sorununu çözmekti – ışığın ve nesnelerin uzayda farklı şekilde hareket etmeleri arasındaki çelişki sorununu.

Çelişkili yasalar

Devinim yasalarına göre, her nesnenin hızı diğer nesnelerin devinimine göredir. Ne var ki, elektromanyetizma kurallarına göre ışık sabit bir hızla yol alır. Işığın kaynağı ister durağan olsun, ister gözlemciye yaklaşmakta ya da uzaklaşmakta olsun, ışık bir gözlemciye her zaman bu hızla ulaşır.



Yanıtlanacak soru
Hareket halinde iki arabanın, gözlemcinin konumuna bağlı olan göreli bir hızı vardır. O halde, ışık hızı neden gözlemcinin hızına göre değişmez?

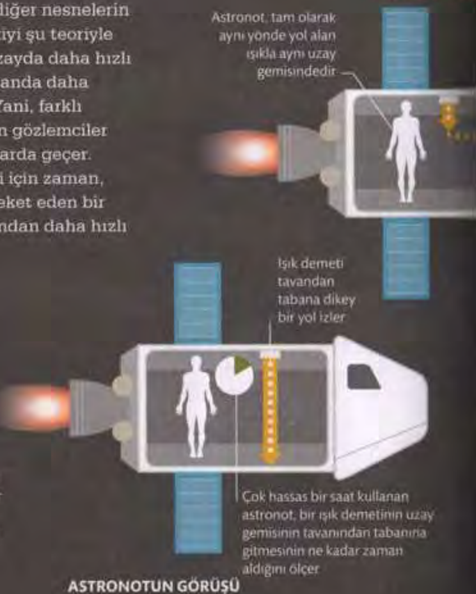
UZUNLUK BÜZÜLMESİ

Zamanda yavaşlamanın yanı sıra, hareket eden bir cismin etrafındaki uzay da büzülür. Büzülmeyi ölçmek olanaklı değildir; çünkü ölçme aygıtı da aynı miktarda büzülür. Nesne ışık hızına yaklaşınca, uzay gözlemcinin bakış açısında o kadar büzülür ve zaman o kadar genişler ki, nesne hareket etmeyi tamamen bırakmış gibi görünür.



Zaman genişlemesi

Einstein ışık hızı ile diğer nesnelerin hızı arasındaki çelişkiyi şu teoriyle açıkladı: Bir nesne uzayda daha hızlı hareket ederken zamanda daha yavaş hareket eder. Yani, farklı hızlarda hareket eden gözlemciler için zaman farklı hızlarda geçer. Durağan bir gözlemci için zaman, ışık hızına yakın hareket eden bir gözlemci için olduğundan daha hızlı hareket eder.



Işığın sabit hızını açıklama
Işık hızına yakın hızda hareket eden bir uzay gemisinin içinde, ışık hızını ölçmek için bir saat kulanan astronot ışığın kısa bir zamanda görece kısa bir mesafe yol aldığını görür. Durağan bir gözlemci için ışık, daha uzun zamanda daha uzun mesafe kateder. Her iki gözlemci aynı hızda hareket eden ışığı ölçer.



Kütle ve enerji

Einstein ışığın nasıl her zaman sabit bir hızla yol aldığını araştırırken, kütlenin ve enerjinin doğasını da inceledi. Kütle ve enerjinin eşdeğer olduğunu anlattı ve ünlü $E = mc^2$ formülü kullanarak iki özelliği ilişkilendirdi; bu formülde E enerjiyi, m kütleyi ve c hızı temsil eder. Duran bir nesneye enerji katmak onu hareket ettirebilir. Enerji ve kütle eşdeğer olduğu için, devinim, nesnenin durağanken olduğundan daha ağırmış gibi davranmasını sağlar. Düşük hızlarda bu etki ihmal edilebilir ama ışık hızına yakın bir nesnenin kütlesi sonsuzluğa yaklaşır.

$$E = mc^2$$

Maddenin içinde kütle biçiminde kilitli enerji miktarı çok büyüktür – nükleer patlamalar sırasında az miktarda kütle, çok büyük miktarda ısıya ve ışığa dönüştürülür

Kütle, maddenin devinim değişikliklerine direncini açıklayan bir özelliğidir; kütle ne kadar büyükse, potansiyel olarak salınabilir enerji o kadar büyüktür

Işık kütlesiz parçacıklarla taşınır; bu yüzden olası en yüksek hızla –ışık hızıyla– yol alır

"ÖZEL GÖRELİLİK TEORİSİ" İFADESİ İLK KEZ NE ZAMAN KULLANILDI?

Einstein yayınlandıktan on yıl sonra, genel teoriden ayırt etmek için bu ifadeyi kullandı. Makalenin ilk başlığı *Hareket Eden Cisimlerin Elektrodinamiği Üzerine*'ydi.

IŞIK HIZINA YAKIN HIZDA YOL ALMAK



Dışarıdan devinim algısı
Hızlanan uzay gemisinin içindeki faaliyet, dünyanın yüzeyi gibi farklı bir referans çerçevesinden izleyen bir gözlemciye farklı görünür. Dünyadaki gözlemci için ışık demeti dikey değil, diyagonal bir yol izler.

GÖZLEMCİNİN DÜNYADAN GÖRÜŞÜ



Hareket eden referans çerçevesindeki saat, durağan referans çerçevesindeki saatten daha yavaş çalışır

1600'LERDE YAPILAN İLK IŞIK HIZI ÖLÇÜMLERİ, YAKLAŞIK YÜZDE 26 DÜŞÜKTÜ



Genel görelilik

Isaac Newton'ın 1687'de açıkladığı şekliyle kütleçekimi, Albert Einstein'ın özel görelilik teorisiyle bağdaşmaz gibi görünüyordu. Bu yüzden 1916'da Einstein kütleçekimi ile kendi göreceli uzay ve zaman düşüncelerini genel görelilik teorisinde birleştirdi.

Uzay-zaman

Özel görelilik nesnelerin, devinimlerine bağlı olarak uzayı ve zamanı nasıl farklı deneyimlediklerini açıklar. Özel göreliliğin önemli bir içerimi vardır: Uzay ve zaman daima ilişkilidir. Genel görelilik uzay ve zamanı, kütleli nesnelerce bükülen ve uzay-zaman denilen dört boyutlu bir sürem şeklinde açıklar. Kütle ve enerji birbirine eşdeğerdir ve uzay-zamanda neden oldukları bükülme, dünyanın etrafında dönen ay gibi kütleçekimi etkileri yaratır.

TEORİ NASIL KANITLANDI?

1919'da astronom Arthur Eddington bir tam güneş tutulması sırasında sapmış yıldız ışığı gözlemledi. Bu, bükülmüş uzay-zamanın etkilerini tanıtladı ve Einstein'ı dünyaca ünlü yaptı.

GENEL GÖRELİLİK GEZEGENLERİN **GÜNEŞİN ETRAFINDA DEVİNİMİNİ** AÇIKLAR



YAKLAŞAN KUYRUKLUYILDIZ

Hızlı hareket eden bir kuyrukluyıldız, eğri uzay-zamana girince güneşe doğru hareket eder

Güneş, güneş sistemindeki en büyük nesnedir; bu yüzden bu alandaki diğer bütün nesnelerin devinimi, güneşin uzayı bükmesinden etkilenir

Kütlenin büktüğü uzayda jeodezik eğri; güneşin yörüngesinde dönen bir gezegen gibi, bir jeodezi boyunca hareket eden bir nesne kütleçekimi nedeniyle yön değiştirir

Nesneler uzayda jeodezi denilen hayali çizgiler boyunca hareket eder; çizgiler yakında düz gibi görünür

DÜNYANIN YÖRÜNGESİ

Uzay eğriliği, dünyanın güneşe doğru düşmesi demektir ama eylemsizlik güneşin içinde düşmesini engeller; bu, dünyanın güneşin etrafında yörüngede dönmesi demektir

GÜNEŞ

DÜNYA

Eğri uzay-zaman
Einstein'a göre kütleçekimi bir kuvvet değil, kütlenin uzay-zaman üzerindeki etkisidir. Güneş uzay-zamanı, lastik bir levha üzerindeki ağır bir top gibi büker. Kuyrukluyıldız gibi, düz bir yolda eğriliğin içinden geçen bir nesne, güneşe doğru bükülür; bu, güneşin kütleçekimi olarak yorumlanır. Işık bile –örneğin uzak bir yıldızdan gelen– büyük bir kütle tarafından saptırılır.



Eşdeğerlik ilkesi

Einstein kütleçekimini anlamak için kendisini bir asansörde hayal edip, asansör yukarı doğru hareket ederken kendisini zeminde tutan kuvvetin kütleçekimi mi, yoksa eylemsizliğin etkisi mi olduğu sorusunu sordu. İçeriden bunu söylemenin bir yolu yoktur. Buna eşdeğerlik ilkesi denilir. Bu düşünceden yola çıkarak kendisini, hareketsiz bir referans çerçevesi içinde etrafında dönen evreni izleyen bir gözlemci olarak düşünmeye başladı.

Einstein'ın asansör deneyi
Einstein, asansörün içindeki bir kişiye bir ışık demetinin üç farkı senaryoda nasıl göründüğünü hayal ederek asansör deneyini genişletti. İçerideki kişi asansörün devinimini tam olarak tarif edemez ama ışık demetinin davranışını görebilir. Bu deney, çok hızlı yol alınca ya da güçlü kütleçekimiyle çekilince, uzayın -ve ışık demetinin- eğrildiğini açığa vurur.



YILDIZIN FİİLİ KONUMU

Bükülmüş uzay ışık demetlerini de saptırır; ışık demeti bükülür, bu yüzden ışık gökyüzünün farklı bir bölgesinden geliyormuş gibi görünür

Dünyada algılanan ışık, bir yerden düz bir çizgide gözlemciye gelmiş gibi görünür

YILDIZIN GÖRÜNEN KONUMU

Kuyrukluyıldızın yeterince enerjisi olsa, uzay eğrisinden kaçar; olmasa, güneşe gömülür

GPS NAVİGASYON

Küresel konum belirleme sistemi (global positioning system- GPS), Einstein'ın görelilik teorilerinin etkilerini tanıtlar. GPS uyduları bulundukları yere ve tam zamana ilişkin sinyaller gönderir; uydu navigasyonları bu sinyalleri kullanıp yerlerini hesaplar. Ne var ki, sinyaller büyük bir hızla yol alırken, uydulardaki saatler dünyadakinden daha yavaş çalışır; bu yüzden uydu navigasyonları, bu göreli etkiyi hesaba katmalıdır.



Kütleçekimsel dalgalar

Genel görelilik teorisi, uzayda hareket eden nesnelerin uzay-zamanda kütleçekimsel dalga denilen dalgacıklar yarattığını öngörüyordu. 2015'te bu dalgalar ilk kez saptandı.

SOLUCAN DELİKLERİ

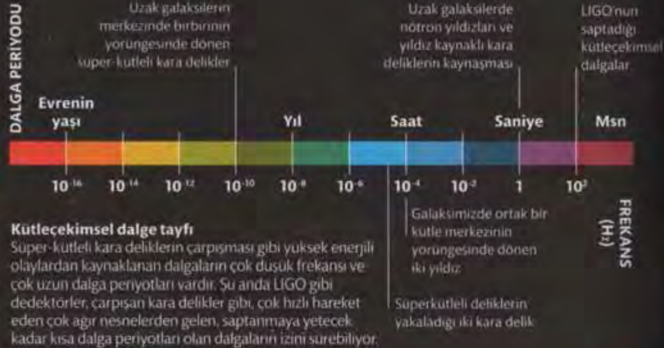
1930'larda Albert Einstein ve Nathan Rosen, iki uzak yerin bir kısayolla birbirine bağlanabilmesi için uzay-zamanın nasıl bükülebildiğini açıkladı. Böyle bir köprü ya da solucan deliği, uzun yolculuklar için kısayollar yaratabilirdi ama varlıklarına ilişkin hiçbir kanıt bulunamadı.

Ağız uzay-zamanda başka bir yere götürür

Uzay tekrar kendi üzerine bükülür

Bunlar nedir?

Uzayda belli biçimlerde hızlanan madde kütleçekimsel dalgalar yaratır. En büyük kütleçekimsel olaylar, dalga periyotları çok büyük olan düşük-frekanslı dalgalar üretir. Örneğin Büyük Patlama dalgalarının milyonlarca ışık yılı uzun olduğu sanılıyor. Kütleçekimsel dalgalar, ışığa yaslanmayan evren hayal etmenin bir yolunu sunuyor. Bir kara deliğin içinde tam olarak neyin olup bittiği gibi, şu anda bize görünmeyen şeyleri açığa çıkarabilir.



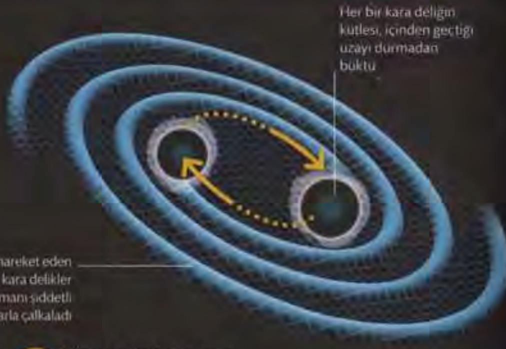
Kütleçekimsel dalge tayfı
Süper-kütleli kara deliklerin çarpışması gibi yüksek enerjili olaylardan kaynaklanan dalgaların çok düşük frekansı ve çok uzun dalga periyotları vardır. Şu anda LIGO gibi dedektörler, çarpışan kara delikler gibi, çok hızlı hareket eden çok ağır nesnelerden gelen, saptanmaya yetecek kadar kısa dalga periyotları olan dalgaların izini sürebiliyor.

Kütleçekimsel dalgalar nasıl oluşur?

LIGO'nun saptadığı ilk kütleçekimsel dalgalar, yaklaşık 1,3 milyon ışık yılı uzakta çarpışan iki kara delikten dünyaya doğru gelen dalgalarca üretildi. Kara delikleri, karşılıklı kütleçekimleri birbirine çekti.



1 Çarpışan kara delikler
İki kara delik kütleçekimi kuvvetiyle birbirine çekildi. LIGO'nun saptadığı düzenli salınımlar, kara deliklerin yörüngelerinin neredeyse kusursuz daire olduklarını ve saniyede 15 kezi aşan bir hızla birbirlerinin yörüngesinde döndüklerini gösterdi.

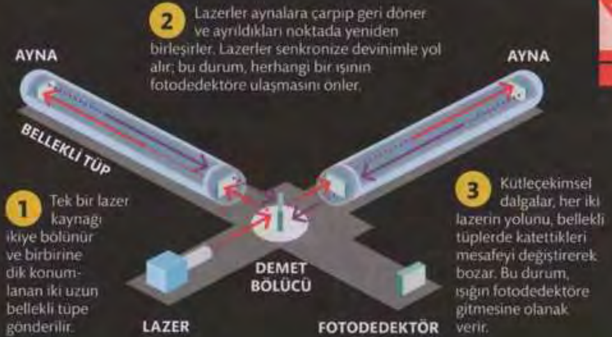


2 Yörünge hızı hızla artar
Kara delikler yakınlaştıkça, sarmal yörüngeleri gittikçe küçülür ve her ikisi ışık hızına yakın hızlanır. Bu kadar büyük bir hızla hareket eden bu kütle, her yöne yayılan güçlü kütleçekimsel dalgalar üretti.



LIGO dalgaları nasıl saptar?

LIGO, yani Lazer İnterferometre Kütleçekimsel Dalga Gözlemevi, kütleçekimsel dalgaları, 4 km uzunluğunda iki tüpe ateşlenen lazer demetleri üzerindeki etkilerine dayanarak saptar. Bir lazer demeti diğerinden yarım dalga boyu daha ileri gider. Yani, demetler karşılaştığında birbirini etkisizleştirir, ışık yok olur. Kütleçekimsel bir dalga lazerlerin katettiği mesafeyi değiştirir; bu yüzden lazer demetleri karşılaşınca yanıp sönen bir ışık sinyali yaratır.



1 Tek bir lazer kaynağı ikiye bölünür ve birbirine dik konumlanan iki uzun bellekli tüpe gönderilir.

2 Lazerler aynalara çarpıp geri döner ve ayrıldıkları noktada yeniden birleşirler. Lazerler senkronize devinimle yol alır; bu durum, herhangi bir ışının fotodedektöre ulaşmasını önler.

3 Kütleçekimsel dalgalar, her iki lazerin yolunu, bellekli tüplerde katettikleri mesafeyi değiştirerek bozar. Bu durum, ışığın fotodedektöre gitmesine olanak verir.

Yeni kara delik güneşten neredeyse 50 kat daha kütleliydi. LIGO'nun saptadığı sinyal kayboldu; bu durum kara deliğin yeni, kararlı bir denge durumuna girdiğini gösterir.

Işık hızında uzaya yayılan kütleçekimsel dalgalar

UZAMA
SIKIŞMA
DALGANIN YÖNÜ

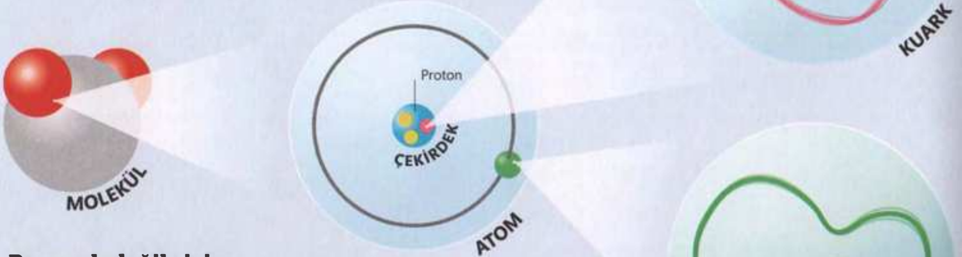
Bütün dalgalar gibi kütleçekimsel dalgalar da bir ortamın salınımıdır. Burada ortam, dalga yönüne dik uzayan ve sıkışan uzay ve zamandır.

DALGA UZAYDA NASIL YOL ALIR?

3 **Çarpışma ve kaynaşma**
İki yörüngenin yakınlığından kaynaklanan kütleçekimsel dalgalar bir doruğa ulaştıktan sonra, iki kara delik çarpışarak kaynaşıp tek bir kara delik oluşturdu. Yeni kara delik o kadar hızlı hareket etmeyi bıraktı ve ürettiği kütleçekimsel dalgaların büyüklüğü azalmaya başladı.

Sicim teorisi

Sicim teorisi, kütleçekiminin inanılmaz küçük bir ölçekte nasıl çalıştığı gibi, fiziğin en büyük sorunlarını çözme girişimidir. Bütün parçacıkların tek boyutlu "sicim" ve evrensel bir çerçevenin parçası olduklarını öne sürmektedir.



Parçacık değil sicim

Atom-altı parçacıkları doğrudan gözlemlemek olanaklı değildir. Onlara ilişkin bilgimiz, etkilerini gözlemlemekten gelir. Sicim teorisi parçacıkların aslında titreşen minik sicimler olduklarını öne sürer. Elektron ya da kuark gibi her temel parçacığın, kütle, elektrik yükü ve momentum gibi birçok ayırt edici özelliğinden sorumlu olan ayrı bir titreşimi vardır. Hiç kimse sicim teorisinin nasıl test edileceğini ortaya koyamadı; şimdilik, kuantum parçacıkların davranışına uygun gibi görünen matematiksel bir sistemdir.

Enerji iplikleri
Sicim teorisine göre protonları meydana getiren kuarklar ya da elektronlar gibi temel parçacıklar, her biri kendi ayrı titreşimine sahip enerji sicimleri ya da iplikleridir.

Kuantum kütleçekimi

Kuantum kütleçekimi teorisi, gezegen gibi büyük yapıların kütleçekimini açıklayan genel göreliliği, diğer üç temel kuvvetin atom düzeyinde nasıl hareket ettiğini gösteren kuantum mekaniğiyle ilişkilendirmeyi amaçlamaktadır. Kuantum kütleçekiminin etkileri Planck uzunluğu denilen bir mesafe birimiyle ölçülen bir ölçekte çalışabilir.

Planck uzunluğu
Aralarındaki mesafe bir Planck uzunluğundan daha az olan iki nesnenin yerini belirlemek olanaksızdır; Planck uzunluğu, fiziksel anlamı olan en küçük birimdir.

HER ŞEYİN TEORİSİ NEDEN OLMAK ZORUNDA?

Evren, en büyük ve en küçük ölçekte çalışan bir dizi kurala uyar. Bunlar birbiriyle ilişkili olmalı ve her şeyin teorisi bunun nasıl olacağını açıklamaya çalışır.



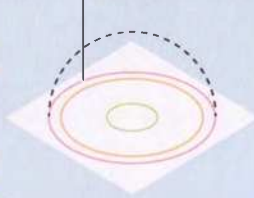


Birden çok boyut

Sicim teorisyenleri sicimlerin yalnızca görünür üçboyutta (uzunluk, genişlik ve derinlik) değil, bizden gizli en az yedi boyutta daha titreştiklerini öne sürüyorlar. Boyutlar, "kompakt" olarak açıklanır, yani yalnızca en küçük atom-altı ölçeklerde görünürler. Bu diğer uzaysal boyutlar etrafımızda olabilirler ve kara madde ve kara enerji gibi gizemli fenomenleri açıklamanın bir yolu olabilir.



2 boyutlu bir dünyada 3 boyutlu şekiller
2 boyutlu gösterilen 3 boyutlu bir şekil hayal etmek, daha yüksek uzaysal boyutları anlamamıza yardımcı olur. 2 boyutlu gösterilince, 3 boyutlu bir kürenin yalnızca dairesel dilimleri görülebilir.



2 boyutlu bir gözlemcinin görüşü
Yukarıyı ve aşağıyı göremeyen 2 boyutlu bir varlık, aşağı ve yukarı doğru hareket eden bir küreyi büyüyen ve küçülen bir küre olarak görür. Bu tuhaf davranışın nedeni, görünmez uzaysal boyuttur.

Calabi-Yau manifoldu
Bazı sicim teorisyenlerine göre, bizim göremediğimiz ekstra boyutlar, Calabi-Yau manifoldları denilen geometrik yapıların şeklini alabilir. Bu, Calabi-Yau beşlisi denilen altı boyutlu bir manifoldun iki boyutlu bir kesitini gösteriyor.





SİCİM TEORİSİNİN BİR VERSİYONUNDA UZAYDA 10 BOYUT VARDIR

S-parçacıklar

Sicim teorisinin bazı biçimlerine göre madde enerjinin en düşük titreşimidir, müzik armonileri gibi daha yüksek oktavlarda titreşen başka sicimler vardır. Yüksek titreşimler s-parçacık denilen süper parçacıkları temsil eder; teorik olarak her s-parçacık, olağan bir temel parçacığı eş alır. Bazı sicim teorisyenlerinin öngörüsüne göre s-parçacıklar, kendi eş parçacıklarından 1.000 kat daha büyük kütlelere sahip olabilir.

MADDE PARÇACIKLARI VE ÖNERİLEN S-PARÇACIKLAR		KUVVET PARÇACIKLARI VE ÖNERİLEN S-PARÇACIKLAR	
Parçacık	S-parçacık	Parçacık	S-parçacık
Kuark	S-kuark	Graviton	Gravitono
Nötrino	S-nötrino	W bozonları	Winolar
Elektron	S-elektron	Z^o	Zino
Müon	S-müon	Foton	Fotino
Tau	S-tau	Gluon	Gluino
		Higgs bozonu	Higgsino

YAŞAM

"Canlı" nedir?

Yaşam, bilinen evrende en karmaşık şeydir. Moleküler yapı taşları ve çalışan parçalarının işbirliği, bir bilgisayarınkinden çok daha karışıktır. Bir şeyi canlı yapan şeyi anlamak için bir organizmanın biyolojisinin temel işlevlerine kadar inmeliyiz.





Yaşamın işaretleri

Milyonlarca organizma türü birtakım özellikleri paylaşır: Yaşamın ayırt edici özelliklerini. Ancak bütün bu özellikler bir araya gelince, bir şeye canlı denilebilir. Yaşayan bir şey besin kullanır, solunum yapıp enerji salar, atık çıkarır. Hareket eder, çevresini duyumsar, büyür ve çoğalır. Canlı olmayan şeyler bu işlevlerin birine, ikisine sahip olabilir ama hepsine birden olamaz.



Yapı karmaşıklığı

Yaşamı meydana getiren karmaşık kimyasallar, karbon atomlarından bir iskeletin etrafında inşa edilir ve bilinen en büyük moleküllerdir. DNA ya da selüloz zincirleri birkaç santimetre uzunluğunda olabilir. Bitkiler bu organik molekülleri karbondioksit ve su gibi basit bileşenlerden meydana getirir. Hayvanlar yiyecek –diğer organizmaları ya da onların atıklarını– yiyerek bunları edinir. Bu besin molekülleri hem yakıt, hem yapı malzemesi işlevi görür.



Besin molekülü
Bir glikoz molekülü 24 atomdan oluşur ve besin olarak kullanılan en basit moleküllerden biridir. Diğer biyomoleküllerde olduğu gibi, iskeleti karbon atomları oluşturur.





Yaşamın Venn şeması
Organizmalar yelpazesinde şaşırtıcı bir çeşitlilik olmasına rağmen, bakteri, bitki ve hayvan kadar farklı canlılar yedi temel işlevi paylaşır.



ZATÜRREYE NEDEN OLAN VE YALNIZCA **687 GENİ** BULUNAN **BAKTERİLER**, YAŞAYAN **EN BASİT ORGANİZMALAR** ARASINDADIR



BESLENME

Her yaşam sürekli bir enerji ve hammadde arzına ihtiyaç duyar. Birçok organizmanın bunları, protein ve karbonhidrat gibi organik besin molekülü biçiminde alması gerekir.

HAREKET



Mikroskobik hücrelerdeki sürekli akışkan ve bileşen akışından hayvan kaslarındaki güçlü kasılmalara kadar, her organizma şu ya da bu ölçüde hareket edebilir.

KARBON-TEMELLİ OLMAK ZORUNDA MI?

Bilimkurgu yazarları, silikonun alternatif bir biyoloji oluşturabildiğini kurguladı. Ne var ki, bu kadar çok başka tür atomla birleşip bu kadar karmaşık moleküller -ve bu nedenle yaşamı- oluşturan tek element karbondur.

CANLI ORGANİZMA



Euglena -göllerin tek hücreli mikroskobik sakini- bitkiler gibi fotozentez yapabilir ya da hayvanların yaptığı gibi besin tüketebilir.

BOŞALTIM

Bir organizmanın hücrelerinde sürekli kimyasal tepkimeler, karbondioksit gibi atık ürün üretir. Boşaltım, bu metabolik atığın vücuttan atılmasıdır.



SOLUNUM

Bir organizmanın organik besininin çoğu, bir motorda yakıtın yanmasına eşdeğer kimyasal tepkimelerde parçalanır. Bu solunum, vücudun kullandığı enerjiyi salar.

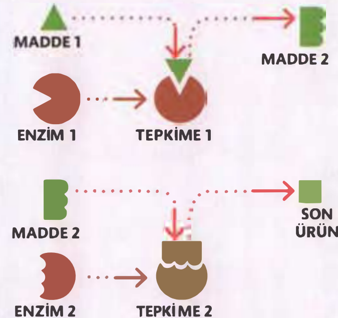




İçten yanmalı motor
İçeri yakıt alıp yakarak hareket yaratan ve atık dumanları "dışarı çıkaran" bir motorda, yaşamın dört işareti vardır. Ama duyarlıktan, büyümeden ve üremeden yoksundur.

METABOLİZMA NEDİR?

Yaşamın temelinde, sayısız kimyasal tepkime -metabolizma- vardır. Moleküller, her adımı enzim denilen özel bir protein katalizörüyle çalışan tepkime dizilerinde değişir. Her organizmanın benzersiz metabolizması, DNA'nın genetik talimatlarıyla belirlenen bir enzim kümesine dayanır.



Canlı tipleri

Dünyayı anlamlandırmak için şeyleri sınıflandırırız. Yaşamın çeşitliliğini düzenlemeye gelince, modern bilimsel sınıflandırmanın fazladan bir amacı vardır – türler arasındaki fiziksel ve genetik benzerlikleri evrimsel ilişkilerini yansıtacak şekilde göstermek.

Yaşam ağacı

Bakteri ve hayvan kadar farklı organizmalar arasında, özellikle hücrelerinde ve genlerinde benzerlikler, tüm yaşamın tek bir ortak atadan kaynaklandığının güçlü kanıtıdır. Milyarlarca yıl içinde canlılar evrim geçirip büyük bir aile ağacı oluşturdu. Bilim insanları, bunları evrim sırasında dalların nasıl ayrıldığını yansıtan ve giderek küçülen bir dizi grup halinde sınıflandırır. Ağacın en eski dalları yaşam âlemlerinin temellerine işaret eder; en dıştaki ince dallar, şimdiye kadar yaşamış milyonlarca türdür.

TEK BİR ÇAY KAŞIĞI TOPRAK, **100.000'DEN FAZLA MİKROP TÜRÜNÜ İÇEREBİLİR**

BİLİMSEL ADLAR

Her türe benzersiz bir ad verilir. Bu her adı, belirsiz olmaktan çıkarır - süpürgeotu ya da dev funda (ikisi de aynı türe işaret eder) gibi ortak adların nadiren ulaştığı bir şey. Bilimsel adlar çoğu kez tanımlayıcıdır (*arborea*, "ağaç-benzeri" demektir) ve her zaman iki parçalıdır. İlk parça, *Erica* gibi, cins denilen bir grup akraba türü tanımlar. İkinci parça eklenen (*Erica cinerea* ya da *E. arborea*) ad, türü tanımlar.



Erica cinerea



Erica arborea



Rhododendron arboreum

SEOA

Son Evrensel Ortak Ata - yeryüzündeki tüm yaşamın farazi atası

BAKTERİLER ÂLEMİ
En basit tek hücreli organizmalar

ARKELER ÂLEMİ
Yüzeysel olarak bakterilere benzer ama genleri çok farklıdır

Yedi âlem sistemi
Yaşam ağacının en eski dalları arasındaki ilişkiler çok az biliniyor. Ama hücrelerindeki benzerliklere dayanarak sınıflandırılan en az yedi ana grup -âlem- vardır.

TEK HÜCRELİLER ÂLEMİ
Amip ve akrabalarını içeren tek hücreli organizmalar

ALGLAR ÂLEMİ
Klorofil a ve c'li alglar, kirpikliler, foraminiferler ve akrabaları; büyük ölçüde tek hücreli

HAYVANLAR ÂLEMİ

MANTARLAR ÂLEMİ

BİTKİLER VE AKRABA ALGLAR ÂLEMİ
Bütün üyelerde klorofil a ve b vardır

Doğal ve doğal olmayan gruplar

Birçok organizma, evrimin bir tesadüfüyle özellikleri paylaşır. Kuşlar ve böcekler birbirinden ayrı kanat geliştirdi; bu yüzden onları "uçan hayvanlar" olarak gruplandırmak doğal olmazdı. Doğal gruplar ya da kladlar, ortak bir atanın –yaşam ağacında bir çatallaşma noktası– bütün torunlarını kapsar. Memeliler ve kuşlar kladdır. Balıklar ve omurgasızlar dediğimiz hayvan grupları değildi; çünkü bütün torunları kapsamazlar. Örneğin "balık," onların soyundan kara omurgalılarını dışlar.

Grup içinde grup
Katı bir biçimde akrabalığa göre sınıflandırma yaparsak, sistemimiz kuşların bir grup teropotun – *Tyrannosaurus*'u da kapsayan dik dinozorlar-soyundan geldiğini yansıtmalıdır. Yani, sürüngenlerin içine yuvalanmış bir dinozorlar alt-grubu olarak sınıflandırılırlar.

DİNOZORLAR, KUŞLAR VE MODERN SÜRÜNGENLER


Memeliler


Kertenkeleler ve yılanlar


Kaplumbağalar


Timsahlar

DİNOZORLAR VE KUŞLAR


KUŞLAR


Kertenkele kalçalı dinozorlar


Kuşlarla akraba teropot dinozorlar


Kuş kalçalı dinozorlar

AMNİYONLULAR
Yumurtalarında su geçirmez bir zar ya da amniyon bulunan bütün hayvanlar


AMFİBYUMLAR

DÖRT AYAKLILAR
Kara omurgalıları - hepsi dört ayaklı bir atanın soyundan geldi

OMURGASIZLAR


Süngerler


Knidliler, denizşakayığı ve medüzü kapsar


Birincil ağızlılar, eklembacaklılar, yumuşakçalar ve pekçok solucan türünü kapsar


Omurgasız ikincil ağızlılar, denizyıldızı ve akrabalarını kapsar

Doğal olmayan bir grup olarak omurgasızlar
Omurgadan yoksun olmaları dışında omurgasızların çok fazla ortak yanları yoktur. Bazıları basit, bazıları karmaşıktır. Dahası, "omurgasızlar" grubu eksiktir; çünkü ikincil ağızlıların mensubu olan omurgalıları dışlar.

BALIKLAR


Çenesiz balıklar (taşemenler ve körbalık)


Köpekbalıkları, vatozlar ve akrabaları


Işınsal yüzgeçli kemikli balıklar


Akciğerli balık dahil, et yüzgeçli kemikli balıklar

Doğal olmayan bir grup olarak balıklar
Bütün balıkların ortak bir atası vardır ama bir grubu (et yüzgeçli kemikli balıklar) balık olmayan dört ayaklı hayvanları meydana getirdi. Bu yüzden, omurgasızlar gibi balıklar da bir klad oluşturmaz. Bununla birlikte, omurgasızlardan farklı olarak balıklar karmaşıklık bakımından birbirine benzer ve benzersiz birçok özelliği paylaşır; bu yüzden grad denilen klad dışı bir grup oluştururlar.



Virüsler

Virüsler, çoğalma dürtüsünün canlı bir gösterisini sunar. Aslında canlı olmayan bu bulaşıcı parçacıklar –minik gen patek-lerinden biraz fazla– canlı hücreleri sabote edip kendi kopyalarını konaklarına saçar. Bazıları fazla zarar vermez ama bazıları dünyanın en çok korkulan hastalıklarına neden olur.


ÇOK-YÜZLÜ

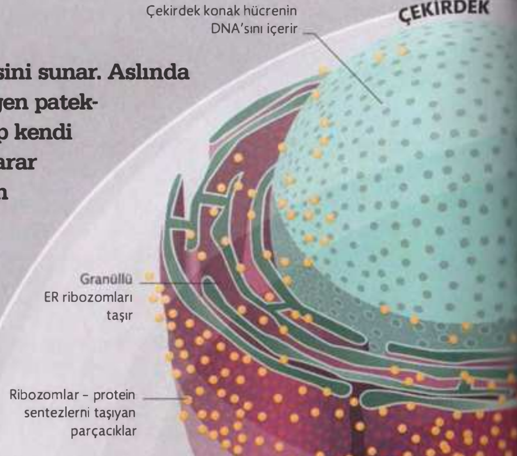

SARILI


SARMAL


KARIŞIK

Virüs tipleri

Virüslerin şekli farklıdır ama aynı özsel parçaları paylaşırlar: Protein bir kılıf içine sarılı bir gen kümesi. Bazıları DNA'ya dayanır. Bazılarının RNA'sı –gerçek hücrelerde protein yapımında elçi olarak kullanılan madde (bkz. s. 158-159)– vardır. En dikkate değer olanı, birçok virüs geni diğer virüs genlerinden çok konağın virüs genleriyle akrabadır – virüslerin, konak kromozomlara kaçan hain gen parçaları olabileceğinin kanıtı.



Virüs kılıfı parçalanır 3
Artık ihtiyaç duyulmayan virüs kılıfı yarılıp genetik malzemesini konak hücrenin içine bırakır.

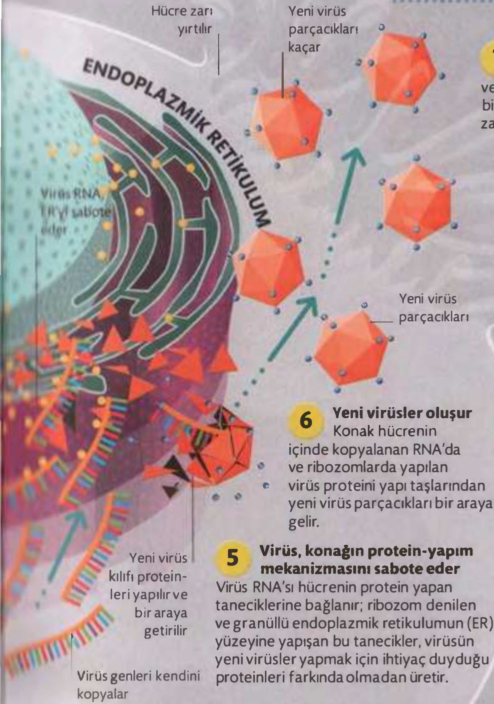
Virüs yapışır 1
Virüs kılıfındaki moleküller, konağın hücre zarındaki özel moleküllerine kenetlenir. Bu, virüsün hücreye yapışmasını olanaklı kılar - ve virüslerin neden bazı dokulara ve türlere saldırıp bazılarına saldıramadığını açıklar.

2 **Virüs hücreye girer**
Birçok virüs, konağın hücre zarından yapılan bir "baloncuğun" içinde hücreye girer. Baloncuk yüzeyde virüsün etrafını sarar; içeri doğru uzayıp virüsü hücrenin içine süpürür.

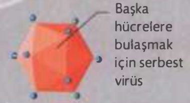
Bir virüs döngüsü

Bütün virüsler asalaktır; temasla, havayla ve bulaşık gıdayla geçer. Gerçek canlı organizma değiller; çünkü çoğalmaları bir hücrenin iç işleyişine bağlıdır. Kullandıkları canlı organizmalar gibi, onların davranışı da genlerine kodlanır – çoğalmalarını en üst düzeye çıkaracak şekilde konağın vücuduna bulaşmalarına yardım eder. Her virüs tipinin kendine ait etkileri vardır: Bir rinovirüsün neden olduğu hafif nezleden, Ebolanın bütün sistemi çökertmesine kadar.





7 **Yeni virüs parçacıkları salınır**
Virüs parçacıkları hücreden kaçar ve diğer hücrelere bulaşmaya ya da yeni bir konağa serpilmeye hazırdır. Bu, hücre zarını yırtıp konak hücreyi öldürebilir.



6 **Yeni virüsler oluşur**
Konak hücrenin içinde kopyalanan RNA'da ve ribozomlarda yapılan virüs proteini yapı taşlarından yeni virüs parçacıkları bir araya gelir.

5 **Virüs, konağın protein-yapım mekanizmasını sabote eder**
Virüs RNA'sı hücrenin protein yapan taneciklerine bağlanır; ribozom denilen ve granüllü endoplazmik retikulumun (ER) yüzeyine yapışan bu tanecikler, virüsün yeni virüsler yapmak için ihtiyaç duyduğu proteinleri farkında olmadan üretir.

4 **Virüs genleri çoğalır**
Virüsün genetik malzemesi çok sayıda özdeş kopya üretir. RNA'lı virüsler, ilk önce DNA yapmak ya da basitçe kopyalanmak için kendi enzimlerini taşır. Burada gösterilmemesine rağmen, DNA-bazlı virüsler doğrudan konağın çekirdeğine gidip konağın DNA'sına yerleşir.

Virüslerle mücadele

Bir virüs saldırısıyla karşılaşan vücut, bağışıklık sisteminin beyaz kan hücrelerini harekete geçirir. Bazıları, antikor denilen ve virüslere bağlanıp onları etkisizleştiren proteinler salgılar. "Katil hücre" denilen bazıları, zaten virüs bulaşmış hücreleri feda eder. Yalnızca bakteri gibi mikroplar üzerinde etkili olan antibiyotiklerle virüs tedavi edilemez. Virüs kontrolünün ön safında, bağışıklık sistemine "sahte" enfeksiyon sokan aşılar vardır.



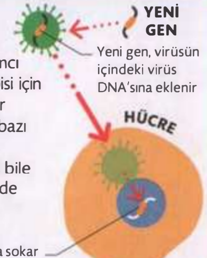
Aşılama
Aşılar bağışıklık sistemini kandırıp enfeksiyonun etkisiz bir versiyonuna -hastalığa neden olmayacak ama bağışıklık sistemini harekete geçirmeye yetecek kadar- saldırmasını sağlar. Bu şekilde hazırlanan bağışıklık sistemi, karşılaştığında gerçek virüsü tanır, hızlı ve güçlü bir karşılık verebilir.



ÇİÇEK, AŞILAMAYLA ORTADAN KALDIRILAN TEK BULAŞICI HASTALIKTIR

YARARLI VİRÜSLER

Genetiği değiştirilmiş virüsler, spesifik hücrelere ilaç taşıyabilir, kanserin hedeflenmesine yardımcı olabilir. DNA virüsleri, gen tarapisi için hücrelere "sağlıklı" gen taşıyabilir (burada gösterildiği gibi). Hatta bazı virüslerin hastalığa neden olan bakterilerle savaşma potansiyeli bile vardır; enfeksiyonların tedavisinde antibiyotiğe bir alternatif sunar.



Hücreler

Bir organizmanın vücudunun neredeyse her bölümü, hücre denilen canlı birimlerden oluşur. Hücreler besin ve enerji işler, çevrelerini duyumsar, büyür ve kendini onarır – bütün bunlar, bir nokta işaretinden beş kat küçük bir mekânın içinde olup biter.

Hücreler nasıl çalışır?

Bir hücre, organel denilen minik yapılarla doludur. Bir vücuttaki organlar gibi, bunların her biri, hücrenin çalışması bakımından yaşamsal bir ya da daha fazla özel görevi yerine getirir. Bütün hücreler çevrelerinden malzeme toplayıp, karmaşık maddelerden bir servet yapar.

Ribozomlar granüllü endoplazmik retikuluma serpilip granüllü görünmesini sağlar

Çekirdek protein yapma talimatları içeren bir kütüphane işlevi gören DNA'yı depolar

Çekirdekçik ribozom yapımına yardım eder

BİTKİ HÜCRESİ

1

ÇEKİRDEK

ÇEKİRDEKÇİK

GRANÜLLÜ ENDOPLAZMİK RETİKULUM

RİBOZOM

HÜCRE DUVARI

MİTOKONDRİ

KESECİK

2

GOLGİ CİSİMCİĞİ

HÜCRE DUVARI

3

Mitokondri bütün hücre işlemlerine enerji sağlar

Kesecik protein gibi malzemeler taşır

Golgi cisimciği proteinleri ve diğer molekülleri hazırlar, ayırır ve dağıtır.

Protein boşaltan kesecik

1 Protein imalatı
Hücrenin ihtiyaç duyduğu pek çok madde, granüllü endoplazmik retikulum denilen bir organelin karmaşık yüzeyinde ribozom denilen alanlarda genetik talimatlara (bkz. s. 158-59) uygun olarak yapılan özel proteinlerdir.

2 Paketleme
Proteinler keseciklerin -Golgi cisimciğine giden küçük hücre baloncukları- içinde yol alır. Golgi cisimciği hücrenin posta odası işlevi görür, proteinleri paketleyip etiketler, gidecekleri yeri belirler.

3 Sevkiyat
Golgi cisimciği proteinleri etiketlerine bağlı olarak farklı keseciklere yerleştirir. Kesecikler ayrılır ve hücrenin dışına gidecekler hücre zarıyla kaynaşıp proteinleri dışarı salar.



BİR YAPRAĞIN YÜZEYİNİN HER MİLİMETREKARESİNE 800.000 KLOROPLAST YERLEŞEBİLİR



Granüllü endoplazmik retikulum proteinlerin yapıldığı yerdir; ürünler karmaşık zarları arasında taşınır

Düz endoplazmik retikulum hücrede yağları, yağ asitlerini ve kolestrol yapar ve taşır

HÜCRELER NE KADAR YAŞAR?

Ne yaptıklarına bağlıdır. Hayvan derisi hücreleri iki hafta yaşadıktan sonra dökülüp gider ama uzun süreli savunmada görev alan beyaz kan hücreleri bir yıldan fazla yaşar.

KOFUL

Koful su, besin ve bazen bitkiyi savunan toksinleri depolar

Kloroplast, fotosentez yeridir (bkz. s. 168-69)

KLOROPLAST

Sitoplazma, hücrenin kimyasal tepkimelerinin çoğunun gerçekleştiği sıvıdır

Hücre zarı girip çıkanları kontrol eder

LİZOZOM

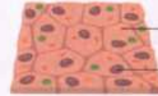
Lizozom istilacıları ya da istenmeyen maddeleri yok eden sindirim enzimleri içerir

HÜCRE DUVARI

Hücre çeşitliliği

Hayvan hücreleri bitki hücrelerinden farklıdır. Bir hücre duvarıyla desteklenmeyen ve bağsız hayvan hücreleri o kadar büyüyemez. Ama bitki hücreleri gibi, yaptıkları işe göre şekilleri değişir. Hayvanlar bitkilerden daha enerjik oldukları için, birçok hayvan hücresinin daha fazla mitokondrisi vardır. Ama fotosentez yapan kloroplasttan yoksundurlar; çünkü hayvanlar besinlerini kendileri yapmaz, hazır tüketirler.

Farklı hayvan hücreleri
Yassı deri hücreleri bir örtü olaştuturabilir ama protein yapmakla meşgul olmadıkları için, çok az mitokondrileri vardır. Beyaz kan hücresindeki çok sayıda mitokondriyse, vücut savunmasında hızlı tepki vermesine yardımcı olur.

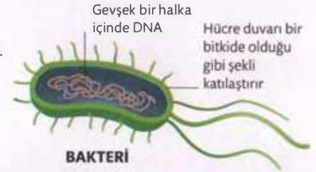


DERİ HÜCRELERİ



BEYAZ KAN HÜCRESİ

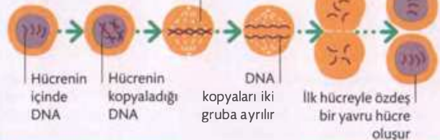
Bakteri hücreleri
Bazı hücreler hayvan ve bitki hücrelerine hiç benzemez - bakterilerinki. Bakteriler hayvanlardan, bitkilerden, hatta tek hücreli alglardan çok önce gelişti. Hücre duvarları vardır ama DNA'larını içeren bir çekirdekleri yoktur.



BAKTERİ

DAHA FAZLA HÜCRE YAPMA

Çok-hücreli bir vücudun parçası olan hücreler birçok kez kendilerini kopyalamalıdır; vücut böyle büyür ya da kendini yeniler. Mitoz olarak bilinen kopyalama işlemi kolay değildir; çünkü her hücrenin kendine ait genom - vücut için DNA talimatlarının tamamı- kopyası olmalıdır. Hücre "yavru" hücrelere bölünmeden önce, DNA kendini tam olarak kopyalamalıdır.



Genler nasıl çalışır?

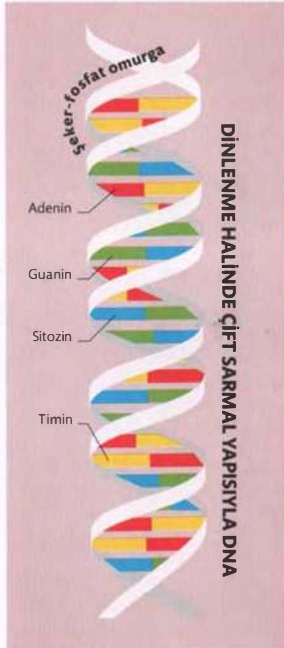
DNA canlıların büyümesini ve bakımını kontrol eden kodlu bilgiyi içerir. Talimatları, bir organizmanın ihtiyaç duyduğu özel proteinlere çevrilir. Bir proteinin kodunu içeren DNA parçasına gen denilir.

Protein yapma

Yaşamın hücresel işlemlerini yüzlerce tür protein gerçekleştirir. Bunların çoğu, kimyasal tepkimeleri hızlandıran ya da katalizleyen enzimlerdir; bazıları hücre zarında malzeme taşır ya da başka yaşamsal işler yapar. Hepsi, DNA genlerinin talimatlarına göre yapılır. Her gen, hücrede çekirdekten protein-yapım mekanizmasına talimat taşıyan ve RNA denilen bir moleküle kopyalanmalıdır.



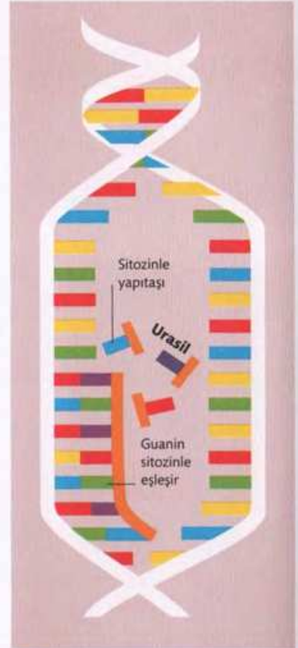
Her şeyin gerçekleştiği yer
DNA o kadar uzun ve hantaldır ki, çekirdeğin içinde kalmalıdır. Ama proteinler hücrenin sitoplazmasında yapılır; bu yüzden gen kopyaları elçi RNA olarak gönderilmelidir.



1 DNA'nın yapısı
DNA molekülü, iki bükülü zincirden oluşan bir çift sarmaldır. Baz denilen dört kimyasal birim, zincirler arasında tamamlayıcı bir biçimde eşleşir; adenin timinle ve guanin sitozinle.



2 DNA açılır
Genetik talimatlar, bir zincir boyunca baz dizisine kodlanır. Özel protein kodlarını içeren ve gen denilen kısımlar, çift sarmal uygun yerlerde açılınca açığa çıkar.



3 DNA şablonunda RNA oluşur
Açığa çıkan gen boyunca bir RNA zinciri oluşur; baz dizilişi, genin baz dizilişini tamamlar. Timin yerine adeninle eşleşmek için RNA'daki urasil kullanılır.



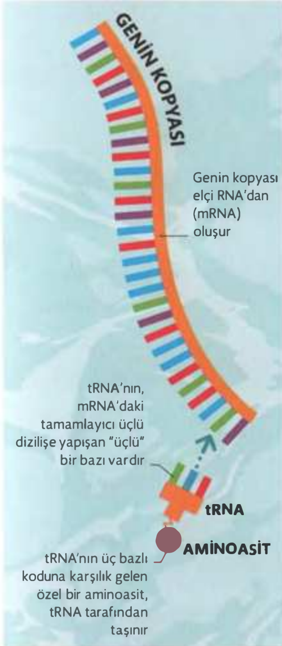
GENETİK KOD - EVRENSEL BİR DİL

Her tür organizmanın kendine ait gen kümesi vardır ama baz dizilişlerinin farklı aminoasitlere çevrilme şekli, bakterilerden bitkilere ve hayvanlara kadar bütün organizmalarda aynıdır; bir baz üçlüsü her zaman aynı aminoasite çevrilir. Örneğin AAA, lisin aminoasidini kodlar, AAC asparjinin kodudur vb.

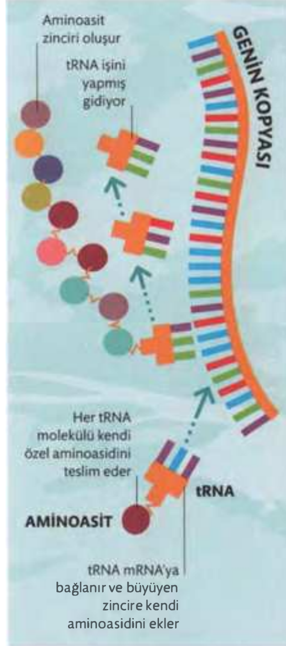




BİR İNSAN HÜCRESİNDE DNA KOPYALANDIĞINDA SANİYEDE **50** BAZ EKLENİR



4 Gen çekirdekten ayrılır
Bitmiş elçi RNA (mRNA) zinciri -fiilen genin bir aynası- ayrılıp hücrenin sitoplazmasına gider. Orada özel taşıyıcı RNa (tRNA) moleküllerini çeker.



5 Aminoasitlere çeviri
tRNA molekülleri mRNA'daki özel dizilişleri tanır ve onlara yapışır. Her tRNA kendisiyle birlikte, büyüyen bir zincire katılan özel bir aminoasit taşır. Bu şekilde baz dizilişi aminoasitlere çevrilir.



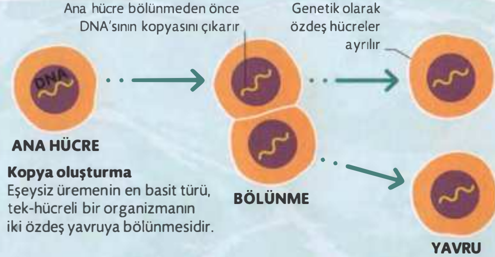
6 Aminoasitler sarınıp proteine dönüşür
Gendeki baz sırasının belirlediği özel aminoasit dizilişi, zincirin katlanıp karmaşık bir protein molekülüne dönüşmesini kontrol eder. Proteinin katlanma şekli, şeklini ve işlevini belirler.

Üreme

Yaşam daha fazla yaşam üretirken, organizmalar genlerini bir kuşaktan diğerine olası en büyük miktarda aktarmanın farklı yollarını bulur. Bazı canlılar basitçe parçalanır ama eşeyli olan büyük çoğunluk için üreme, genetik çeşitlilik doğurur.

Eşeysiz üreme

Bütün organizmalar, hücreler bölününce DNA'sını kopyalar. Bazılarında organizmanın bütün vücudunun çoğalması, basit bir kopyalama işidir (bkz. s. 186-87). Eşeysiz üreme – döllenmesiz– hastalığa ya da herhangi bir ekolojik krize eşit ölçüde duyarlı özdeş yavrularla sonuçlanır. Ama basitliği, hızla çoğalması için idealdir.



Kopya oluşturma
Eşeysiz üremenin en basit türü, tek-hücreli bir organizmanın iki özdeş yavruya bölünmesidir.

Tomurcuklanma
Denizgülü gibi basit hayvanların ana gövdesinden yeni yavru filizlenebilir.



Partenogenez
Birkaç hayvan bakireyken doğurmakla ilgilenir. Yaprakbiti yumurtaları, annenin içinde döllenme olmadan büyüyüp bebeklere dönüşebilir.



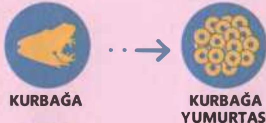
Bitkisel üreme
Birçok bitkinin dallanarak büyümesi onları, kök filizlerinden ya da yan sürgünlerden eşeysiz üremeye uygun yapar.



Üreme stratejileri

Gelecek kuşağa yatırım yapmanın karşıt yolları vardır. Bazı organizmalar, her birinin hayatta kalma şansı çok olması gerçeğini dengelemek için çok sayıda yavru doğurur. Bazıları daha az verimlidir ama o kadar sadık annedirler ki, her bebek gördüğü bakımla büyür.

Çok yavru
Kurbağalar tek seferde yüzlerce yumurta üretebilir ve yıllarca aynı şeyi yapmaya devam eder. Ama pek çok yavru yırtıcıların kurbanı olur.



Az yavru
California akbabası -bir av kuşu- sekiz yaşında yavrulamaya başlar ve yılda en fazla bir yumurta yumurtlar.



YAVRULAMANIN ENGELLERİ

Farklı türler nadiren melezlenir; çünkü üreme engelleri buna mani olur. Kuşlar yalnızca kendi türlerinin oynaşma şarkılarına karşılık verir. Aslanlar ve kaplanları coğrafya ve yaşam alanları ayırır. Doğal melezler arada bir olur ama doğurganlıkları genellikle iyi olmadığı için devam etmez. Bununla birlikte, esaret altında doğal engeller ortadan kalkar ve askaplan gibi melezler daha olasıdır.



ASKAPLAN – ERKEK ASLAN İLE DİŞİ KAPLAN MELEZİ



Eşeyli üreme

Eşey gerektiren üreme, genetik olarak birbirinden ve ebeveynlerinden farklı yavru üretir. Bu, cinsiyet organlarında hücre bölünmesi benzersiz genetik bileşimli sperm ya da yumurta ürettiği için olur. Döllenme işi, bu bileşimleri birleştirir. Yani, her yeni kuşak değişebilir bir çevrenin kaprislerine maruz kaldığı için, kazanan bir bileşim içermesi daha fazla olasıdır.

1 İndirgeyici bölünme
Eşey hücreleri (yumurta ve sperm), mayoz denilen bir hücre bölünmesiyle üretilir. Bu, kromozom sayısını ikiye böler ama aynı zamanda genleri karıştırır.

2 Kaynaşma (döllenme)
Organizmalar tipik olarak çok sayıda küçük, hareketli eşey hücre ve daha az, daha büyük yumurtalar üretir. Bu eşey hücreler kaynaşır ve ortaya çıkan hücre, iki ebeveynin genetik karışımıdır.

3 Yeni bileşim
Döllenme çift tümleyen geni geri getirir ama genetik olarak benzersiz bir yavru üretir. Yeni genetik bileşim, yavrudaki her vücut hücresinde kopyalanır.

Bitkilerde üreme

Tohumlu bitkiler erkek eşey hücrelerini polen tanecikleri şeklinde dişi organlara aktarır. Her tanecikte, erkek hücreyi çiçeğin içindeki bir yumurtaya aktaran mikroskobik bir tüp vardır.

Hayvanlarda üreme

Sperm yüzerek yumurtaya gitmek için kamçıya benzer bir kuyruk kullanır. Birçok su hayvanında döllenme çevredeki suda gerçekleşir. Karada, sperm dişinin vücuduna girmelidir; bu yüzden döllenme içeride gerçekleşir.

OKYANUS GÜNEŞBALIĞI BİR SEFERDE **300 MİLYON YUMURTA** YAPAR – DİĞER HERHANGİ BİR **OMURGALIDAN** DAHA FAZLA



Gen aktarma

Yavrular ayırt edici özellikleri ebeveynlerinden miras alırlar; çünkü bu özellikler hücrelerdeki genlerden etkilenir (bkz. s. 158-59). Hücreler her bölündüğünde genler kopyalanır; yumurtalarda ve spermde taşınanlar bir kuşaktan diğerine aktarılır. Döllenmede, farklı ebeveynlerden gelen genler buluşur. Sonuçta oluşan gen varyantları bileşimi, kalıtımın temelidir.

Temel kalıtım

En basit kalıtım örüntüleri, bir gen ile bir özellik arasında doğrudan bir ilişkiyi gerektirir. Örneğin, kaplanın kürk rengini tek bir gen kontrol eder. Bu genin normal varyantı turuncu bir kürk verir; mutasyona uğramış ender bir versiyon, beyaz verir. Her vücut hücresinde, her tür genin en az iki kopyası vardır. Ama her zaman öncelikle turuncu versiyon okunduğu için, eğer varsa, beyaz mutasyonun etkili olması için iki kopyasının bir araya gelmesi gerekir. Ancak o zaman beyaz versiyon okunur ve beyaz kürklü yavru doğar.



BEYAZ KAPLANLAR BİR TÜR DEĞİLDİR - NEREDEYSE HEPSİ **BENGAL KAPLANIDIR** VE TURUNCU EŞLERLE ÇİFTLEŞEBİLİR

KOŞMAK İÇİN DOĞMUŞ

Kan grubu gibi bazı özellikler, tamamen genler tarafından belirlenir. Ama bazılarından hem genetik hem çevresel etkiler rol oynar. Genler deri rengini ve kas kütlesini etkiler ama potansiyel bir varyasyon aralığının etrafına yalnızca sınır koyarlar. Çevresel etkiler sonucun belirlenmesine yardımcı olur: Sepileme deriyi daha koyu yapabilir ve atlet antrenmanı koşma kaslarını büyütebilir.





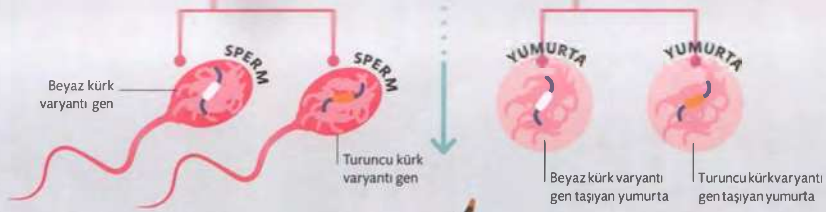






1 Ebeveyn mirası
Burada, kürk rengi geni söz konusu olduğu ölçüde, her iki ebeveynin aynı genetik bileşimi vardır: Bir turuncu varyant ve bir de beyaz. Ama babada ve annede farklı olabilen çok sayıda başka gen vardır.

2 **Eşey hücreleri**
Eşey hücrelerinin - yumurta ve sperm- oluşumu, her kromozom çiftini ayıran, dolayısıyla gen çiftlerini ayıran bir hücre bölünmesini gerektirir. Yani tüm sperm ve yumurtaların yarısı turuncu gen varyantıyla, yarısı beyaz versiyonla sonuçlanır.

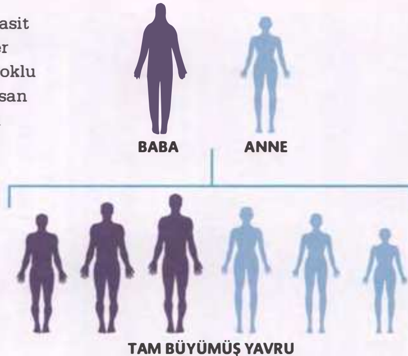


3 **Kalıtsal sonuç**
Hangi spermin hangi yumurtayla birleşeceğini öngöremeyiz. Ama eşey hücreleri arasında sabit turuncu ve beyaz gen oranları, iki beyaz varyantın bir araya gelip beyaz bir enik oluşturma şansının dörtte bir olduğu anlamına gelir.



Pürüzsüz varyasyon

Kaplan kürkü renklerinde gördüğümüz basit sabit oranları vermek için bütün özellikler miras alınmaz. Aslında pek çok özellik, çoklu gen etkileşiminin sonucudur. Örneğin insan boyu, kemiklerin ve kasların büyümesini etkileyip daha pürüzsüz varyasyon örüntülü ortalama yavru yapan çok sayıda genden etkilenir.



Çocuklarınızın boyu ne kadar olur?
İnsanın boyunu yalnızca gen etkileşimleri değil, beslenme gibi başka faktörler de etkiler. Genel olarak uzun boylu ebeveynlerin uzun boylu çocukları olabilir ama fiilen boyları öngöremeyiz.

BİR EBEVEYNİN YAŞAM SÜRESİNCE OLAN DEĞİŞİKLİKLER AKTARILABİLİR Mİ?

Bir organizmanın yaşamı süresince DNA'ya kimyasallar bağlanıp genlerin okunmasını etkileyince, epigenetik denilen etkiler gerçekleşir. Bazen bu değişiklikler yavruya da aktarılabilir.

Yaşam nasıl başladı?

Canlı olmayan maddeden canlı şeylerin nasıl çıktığından belki de hiçbir zaman emin olamayız. Ama bu çok önemli olayla ilgili ipuçları etrafımızdaki kayaçlarda ve bugün yaşayan organizmalardaki hammaddelerde bulunmaktadır. Bu ipuçları, milyarlarca yıl önceki koşulların, ilk hücrelere yol açan karmaşık molekül montaj hattını beslediğini gösteriyor.

Yaşamın bileşenleri

Yeryüzünde yaşam ortaya çıktığında dünya, bugünkünden çok farklı, vahşi bir yerdi. Zehirli gazlardan oluşan ve Güneş'in yakıcı ışınlarını perdeleyemeyen bir atmosferin altında volkanik bir manzara vardı. Deneyler, yüksek enerjili bu koşullarda karbondioksit, metan, su ve amonyak gibi basit kimyasalların birleşip ilk organik molekülleri oluşturabildiğini gösteriyor. Yaşamın bu yapı taşları ilk okyanuslarda yoğunlaşırken, canlıların ortaya çıkmasının şans eseri değil kaçınılmaz olması bile olasıdır.

YAŞAMSAL KIVILCIM

1952'de Chicago Üniversitesinden Stanley Miller ve Harold Urey, basit, inorganik malzemeden karmaşık organik moleküller oluşabildiği düşüncesini test etti. İnorganik karışıma yıldırımı taklit eden bir kıvılcımla enerji vererek dünyanın ilk koşullarını yeniden yaratıp, basit aminoasitleri -biyolojik proteinlerin yapı taşları- oluşturdular.



MULLER-UREY DENEYİ

İlk çorba

4 milyar yıldan fazla bir süre önce dünyanın kabuğu sıcak ve istikrarsızdı, asteroit bombardımanı altındaydı ve sürekli volkanik hengâme içindeydi. Ama bazı yerlerde sıvı su kalıcı olup ilk okyanusları ve denizleri -ilk yaşamın yuvası- oluşturdu.

ERKEN DÜNYA



1 İlk atmosfer oksijenli gazlardan yoksundu ama diğer gazların karmaşık bir karışımını içermekteydi. Karbondioksit, amonyak ve diğer gazlar yaşamın ana elementlerinin kaynağıydı: karbon, hidrojen, oksijen ve nitrojen.





2 Yeterli enerjiyle yüklenen inorganik maddeler tepkimeye girip aminoasit ve basit şeker gibi yaşamın bazı yapı taşlarını oluşturdu. Biraz daha karmaşık olan bu moleküllere "organik" (bkz. s. 50-51) denilir, yani karbon içerirler ve biyolojik potansiyelleri vardır.





DÜNYA 4,54 MİLYAR YAŞINDADIR VE YAŞAM SİCİLİ 4,28 MİLYAR YIL KADAR GERİYE GİDEBİLİR

HÜCRELER

6 İlk gerçek hücreler, çoğaltıcılar ve katalizörler dahil, birbirine bağlı kimyasal tepkimeleri sürdürebilen bir kimyasal bileşen kümesinin etrafını sardı - başka bir deyişle, yaşamın ilk "metabolizmasının" konağı oldular.

ZARLAR

Kapsül

Örtü

5 Bazı yağlı organik moleküller, özellikle fosfolipitler, doğal olarak toplaşıp zarlara dönüşür. Bu zarlar örtü olarak vardır ya da otomatik olarak sarınıp, yaşamın bileşenlerini içeriye kapatarak yoğunlaştırabilen yuvarlak kapsüllere dönüşebilirler.

ÇOĞALTICILAR

RNA

4 Bazı polimerleri kendi kendini çoğaltabildiği için yaşam daha fazla yaşam doğurur. Bugün DNA çift sarmalı birincil çoğaltıcıdır ama ilk yaşam, daha basit çoğalabilen tek zincirli RNA kullanmış olabilir.

ORGANİK POLİMERLER

Şeker zincirleri

Fosfolipit

Peptit

3 Protein, DNA ve lipit (yağ) gibi daha büyük moleküller polimer -daha küçük molekül zincirleri- olarak bir araya geldi. Polimer-oluşum süreci, derin okyanus gibi mineral bakımından zengin yerlerde katalizlenmiş (desteklenmiş) olabilir.

Cansızdan canlı

En basit organik moleküller, kendi başlarına hücre yapmaya yetmezler. Küçük organik moleküller birbirine bağlanıp, protein ve DNA gibi daha büyük moleküllere dönüşmelidir. Önceden var olan aç organizmaların yokluğunda, büyük moleküller şans eseri yağlı zarlarla sarmalanmaya yetecek kadar uzun süre varlıklarını sürdürürdü. Deniz dibindeki yanardağ ağızlarının –bugün de kimyasal tepkimeleri katalizleyebilen mineraller bakımından zengindir– ilk "kuluçka" gibi çalışıp, bu şekilde ilk ön-hücreleri oluşturabildiği düşünülüyor.

GÜNEŞ SİSTEMİMİZDE BAŞKA YERDE NEDEN YAŞAM YOKTUR?

Yalnızca yeryüzündeki koşullar (sıvı su okyanuslarıyla birlikte katı bir yüzey), yaşam için "tam doğru" olan durumdur - bazen Goldilocks etkisi denilen bir şey.

Şeyler nasıl evrim geçirir?

Meşe ağacı, insan ve deniz salyangozu kadar değişik organizmalar, genleri bakımından o kadar benzerdir ki, bundan çok kapsamlı bilimsel bir sonuç çıkarmak kaçınılmazdır – tüm yaşam, devasa bir aile ağacı gibi, tek bir ortak atadan kaynaklanır. Evrim, sayısız kuşak boyunca, bu ağacın dallanıp yaşama çeşitlilik kazandırmasını sağlayan süreçtir.

EVRİMİN GERÇEKLEŞMESİNİ GÖREBİLİR MİYİZ?

Evrim yavaştır ama meyve sineği gibi hızlı üreyen organizmaların laboratuvar popülasyonları, melezlenemeyen soylar üretti. Bunlar yeni tür sayılabilir.

Dev Galápagos kaplumbağaları örneği

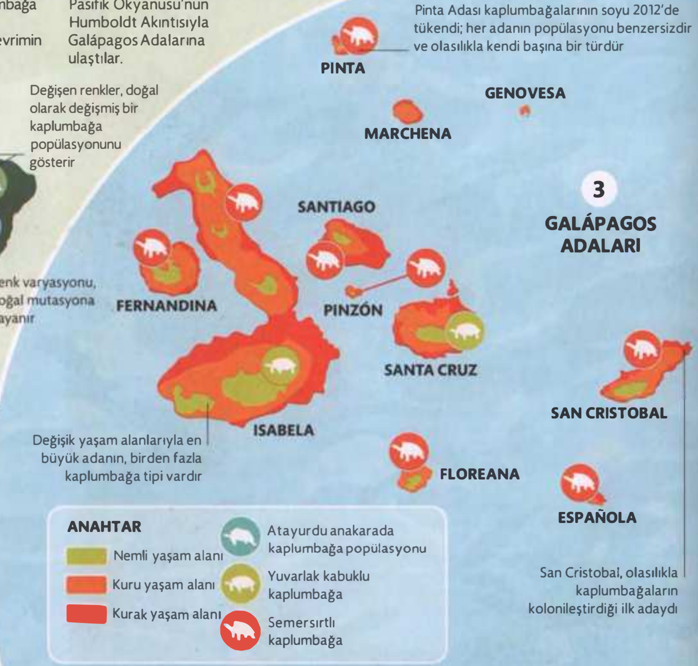
Yaşam uzak adalarda yalıtılınca, özellikle bariz bir biçimde evrilir. DNA çözümlemesi, dev Galápagos kaplumbağalarının anakaradaki kaplumbağaların yakın akrabası olduğunu –ve birkaç milyon yıl içinde, değişik ada formlarının tek bir koloniden çıktığını– gösteriyor.

1 Varyasyon
Her doğal popülasyon rastgele mutasyonlar -DNA kopyalama yanlışları- nedeniyle değişir. Her gen nadiren mutasyona uğrar ama mutasyonlar kaçınılmazdır ve uzun dönemler içinde birikir. Bunlar bir kaplumbağa popülasyonunda büyüklük, şekil ve renk varyasyonlarına yol açar. Bu varyasyon, evrimin hammaddesidir.

2 Yayılma
En büyük Güney Amerika kaplumbağaları -soyları tükenmiş- olasılıkla bugünkü Galápagos devlerinin atalarıydı; Güney Amerikanın batı kıyısında Pasifik Okyanusu'nun Humboldt Akıntısıyla Galápagos Adalarına ulaştılar.



3 Yalıtılmışlık
Karaya çıkan kaplumbağalar artık yalıtıktır ve anakaradakilerden ayrı evrilmeye başlar. Kurak yaşam alanlarına uyum gösterenler kuru Galápagos'a dayandı ve bütün takımadalara yayıldı. En kuru yerlerde, "semer sırtlı" olanlar, yüksek bitki örtüsüyle beslenebildi ve zamanla bunlar baskın geldi.



En uygun olanın hayatta kalması

Genetik varyasyon, yaşam ile ölüm arasındaki farkı yaratabilir. Yaprak-yeşili renginde yaprak yiyen bir böcek, böcek yiyenlerden saklanabilir; ama renk mutasyonları kamuflajını berbat eder. Yeşil renkli olup yaprak-yiyenlerin hayatta kalması ve üremesi daha fazla olasıdır ama diğer renklerin değildir. Bu "doğal seçilim," bazı varyantlar daha iyi uyarlandığı ve hayatta kalıp daha fazla yavru bıraktığı için türlerin evrildiğini açıklayan Darwin'in ünlü teorisinin özüdür. Victoria dönemi düşünürü Herbert Spencer'in "en uygun olanın hayatta kalması" ifadesini uydurmasına esin kaynağı oldu.



Yırtıcılara göre seçilim
Yeşil tırtıllar, yırtıcılara karşı kamuflajlıdır. Mutasyona uğramış gri ve kahverengi tırtıllar çevreye daha az uygundur ve popülasyon "dışında kalır."

Eski türlerden yeni türler

Doğal seçilim, popülasyonların yeni türlere ayrılmasını kendi başına sağlamaz. Yeni türlerin oluşması için ya Galápagos kaplumbağaları gibi coğrafi yalıtılmışlıkla ya da genellikle popülasyonlar ayrıyken gelişen davranışsal ya da biyolojik engellerle popülasyonların melezlenmesi engellenmelidir. Popülasyonları bölen ve evrime, üreme yalıtımı üretmeye yetecek kadar zaman tanıyan bir şey, yeni türlerin ayrılmasını sağlayabilir.

1 TÜR
SIRADAĞ
2 TÜR
Bir türün bireyleri hafif değişik olabilir ama melezlenmezler
Yalıtık popülasyonlar farklılaşır (ayrı bir yöne evrilir)

Yeni tür nasıl oluşabilir?
Doğal seçilim, yeni bir sıradağın her iki tarafında kelebeklerin farklı evrilmesine yol açar. Yeterli zamandan sonra, farklılıkları o kadar büyük olabilir ki, artık melezlenemezler.

Popülasyonlar yeni tür haline gelir ve yeniden birleştiklerinde bile, melezlenmezler

MAKRO-EVRİM

Birkaç kuşak boyunca küçük değişiklikler birikip, milyonlarca yıl içinde daha büyük değişikliklere yol açar; bu yüzden türlerin ayrılması, tamamen yeni organizma gruplarına yol açabilir. Bu, makro-evrim olarak bilinen büyük ölçekte evrimdir ve soyu tükenmiş formların fosil kayıtları, dev kızılağaçlar ve ayçiçeği kadar farklı şeylerin aynı atadan nasıl türeyebildiklerini göstermeye yardımcı olur.

Yosunlar
Çomaklı yosunlar
Eğreltiotları
Kozalaklı bitkiler
Çiçekli bitkiler

BİR GEN 1 MİLYON SPERMDE YA DA YUMURTADA BİR KADAR ENDER MUTASYONA UĞRAYABİLİR

Bitkiler dünyaya nasıl yakıt sağlar?

Bitkilerin yeşil bölümlerinde yaşam veren şekerleri üreten fotosentez, gezegendeki tüm besin zincirini fiilen besler. Bitki hücrelerinde milyarlarca mikroskobik güneş paneli, güneş ışığını kullanıp en basit bileşenlerden, karbondioksit ve sudan besin yapar.

GÜNEŞ

Güneşten gelen ışık enerjisi, fotosentezle şekerde kimyasal enerjiye dönüştürülür

KLOROFİL NEDEN YEŞİLDİR?

Klorofil ışığın kırmızı ve mavi dalga boylarını emer ve fotosentez için bu ışıktaki enerjiyi kullanır. Yeşil ışığın enerjisi kullanılmaz ve geri yansıtılır – ve gözlerimize.

Kimyasal süreç

Organik besin moleküllerinin yüzde 90'ından fazlası karbon, hidrojen ve oksijen elementlerini içerir. Bitkiler besin yaparken, havadan emilen karbondioksit, karbon ve oksijen verir; topraktan emilen su, hidrojen verir. Birincisi, yeşil pigment klorofilin emdiği ışık enerjisi, yüksek enerjili hidrojeni sudan ayırır. İkincisi, bu hidrojen karbondioksitle birleşip şekerleri oluşturur. Bütün süreç, kloroplast denilen taneciklerde gerçekleşir.

Stoma, yaprakta karbondioksit kabul eden birçok gözenekten biridir

DIŞARI VERİLEN OKSİJEN

İÇERİ ALINAN KARBONDİOKSİT

Sap, şeker taşıyan mikroskobik damarlar içerir

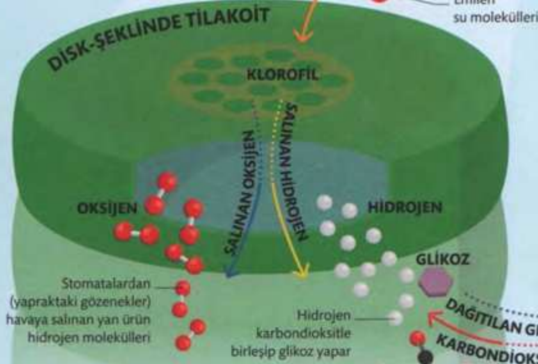


Fotosentez fabrikaları
Kloroplastlar tepedeki yaprakların hücrelerinde yoğunlaşır; orada olabildiğince çok ışık kaparlar. Her hücrede düzinelerce, bir yaprakta milyarlarca kloroplast vardır.



Besin yapma makinesi
Bir kloroplastın çalışan bölümleri, stroma denilen bir sıvının içinde asılı, tilakoit denilen zar yığınlarından ibarettir. Klorofil tilakoitlere bağlıdır; zarlar ve sıvıysa, tepkimeyi harekete geçiren enzimler bakımından zengindir.

1 Güneş ışığı ayrıştırır
Disk-benzeri her tilakoit tertibi, sudan oksijen çıkarmak için gerekli bir enzim ve klorofil molekülü kümesiyle kaplıdır. Yani, güneş ışığındaki enerji etkili bir biçimde hidrojene aktarılır.





2 Şeker imalatı
Enerji verilen hidrojen stromaya geçer. Burada enzimler karbondioksite hidrojen ekleyerek şeker, glikoz yapar.

3 Biyokütle
Glikozun bir kısmı "yakılıp" enerji salınır; bir kısmıysa, yağ, protein ve odunsu lignin gibi maddeler yaratan metabolizma süreçlerinde kullanılır. Geri kalan, nişasta – bitkinin enerji deposu – ve bir yapı malzemesi olan lifli selüloz gibi uzun şeker zincirlerine katılır.

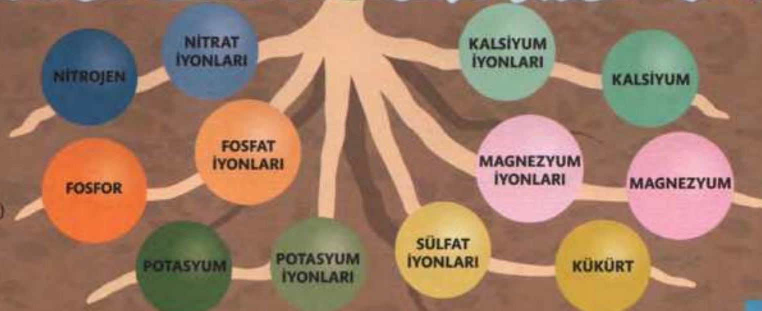
Glikoz saptan taşınmadan önce, Sakkaroz denilen iki bloklu şekere çevrilir

Bitki yapıları oluşturmak için, selüloz gibi şeker zincirleri inşa edilir

YAPRAKLARDA KARBONDİOKSİTİ BESİNE DÖNÜŞTÜREN ENZİM, DÜNYANIN EN BOL PROTEİNİDİR

Bütün besin tiplerini oluşturma

Hücreleri canlı ve çalışır durumda tutmak için karbon, hidrojen ve oksijenin yanı sıra başka elementlere de ihtiyaç vardır. Bitkiler kökleri aracılığıyla topraktan mineral (çözünük iyonlar) emerek bunları edinir. Örneğin nitrojen (nitrat biçiminde), aminoasitleri –proteinin yapı taşları– üretmek için kullanılır. Fosfor, hücrenin genetik malzemesi DNA yapmaya yardımcı olur.



Bitkiler nasıl büyür?

Bitkilerin yaşamı, tohumların çimlenmesinden çiçek açmaya kadar büyümelerinin her boyutunu kontrol eden maddelerce düzenlenir. Bu büyüme regülatörleri küçük miktarlarda üretilir ama olgun bir bitkinin son biçimini köklü bir şekilde etkiler.

AĞAÇ HALKALARI

Bir ağacın büyüme hızı ısıya ve yağmura göre değişebilir. Yazın büyüme daha hızlıdır ama kışın neredeyse durabilir. Bu gayretler bir ağacın gövdesinde bulunan halkalara neden olur. Büyümeyi yavaşlatacak kışların çok az olduğu ya da hiç olmadığı tropikal iklimlerde bile, eğer varsa yağış mevsiminde ağaçlar daha hızlı büyür; bu yüzden ılıman iklimlerde olduğu gibi halkalar üretir. Tropikal ağaçlar durmadan ve sürekli büyürse, hiçbir halka görünmez.



Her soluk halka bir yazın hızlı büyümesini gösterir; en yaşlı halka ortadakidir

BİR AĞAÇ GÖVDESİNİN KESİTİ

Büyümeyi uyarma

Bir bitkinin yaşamının her evresinde farklı büyüme regülatörleri, gelişmenin eşgüdümlü olmasını sağlar. Bunlar filizlerde, köklerde ve yapraklarda bulunan hücrelerce üretilir ve çıktıkları noktadan itibaren dokulara sızar, ardından akan özsuyla bitkinin diğer bölümlerine taşınır. Sonuç, bir ya da daha fazla regülatör arasındaki dengeye bağlı olabilir. Bazıları ötekileri etkisizleştirir, bazıları güçlendirir. Hatta aynı regülatör bitkinin farklı bölümlerinde karşıt etkilerde bulunabilir.

ANAHTAR







Su
Giberellin
Oksin
Sitokinin
Florigen

Oksin, bir filizin ön meristem denilen büyüme bölgesinde üretilir

Filizin ucundaki oksin ön baskınlığı uyarır, yani koltuk tomurcuklarından yan dallanmayı bastırır

Tepe ya da uç tomurcuğu

Koltuk tomurcuğu

1 Tohum çimlenir
Tohumun emdiği su, embriyonun büyüme regülatörünü giberellin üretmesi için uyarır. Bu da, tohumun nişastalı besin deposunu parçalayıp büyüme enerjisini sağlayan şekere dönüştüren bir enzimi harekete geçirir.

2 Oksin filizi büyütür
Filizin ucu oksin denilen bir regülatör üretir. Oksin hücre duvarlarını zayıflatır; böylece hücreler genişleyip filizin yukarı doğru büyümesine yardım eder. Bazı oksinler köklere de iner.

3 Baskın filiz
Oksin filiz ucunda durmadan üretilir; burada oksinin uzatma etkisi, bitkinin yan dallarının büyümesini önler. Bu, genç bir bitkinin komşularının gölgesinde atılım yapmasına yardımcı olur. Bu arada sitokinin regülatörü köklerin uzamasına neden olur.

TOHUM
EMBRİYO
FİLİZ
KÖK

Embriyodaki giberellin çimlenmeyi tetikler

Topraktan su emilir

Bir miktar oksin gelişen özsu tuplerinden aşağıya inip dallanan kökleri uyarır

Sitokinin hücre bölünmesini, köklerin uzamasını uyarır

Giberellin kök ve filiz ucu gibi büyüme bölgelerinde üretilir



Hızlı yanıt

Oksin bitki filizlerini Güneş'e yöneltmekten sorumludur. Işık bir yönden vurunca, oksin gölgeli tarafa geçip orada hücrelerin daha fazla büyümesini sağlar. Bu durum, filizin gölgeden ışığa doğru bükülüp yaprakların yüzünü Güneş'e çevirmesiyle sonuçlanır. Hareket, gökyüzünde Güneş'i izleyecek kadar hızlı olabilir.



Giberellin oksinle birlikte çalışıp sapı büyütür

Yapraklarda fotosentezle yapılan besin daha fazla büyümeyi besler

Oksin yan dalları engellemeye devam eder; bu yüzden büyüyen bir filizi budamak, oksin kaynağını ortadan kaldırıp gürleşmeyi teşvik eder

BESLEME FİLİZİ

6 Çiçeklenme

Bir bitki eşeysel olarak olgunlaşınca, çoğu kez gündüz süresinde bir değişiklik gibi çevresel ipuçlarına yanıt olarak yapraklarında florigen denilen bir regülatör üretir. Florigen özsu içinde taşınır ve tomurcukları yapraktan çok çiçek geliştirmeye teşvik eder.

ÇİÇEK

Bir üreme tomurcuğundan çıkan çiçek

Bitkinin türüne bağlı olarak, en iyi çiçeklenme zamanında yaprakların ürettiği florigen

ÜREME FİLİZİ

İç yanal meristem, olgunlaşınca odun dokuyu oluşturan yeni taşıma damarları yapar

Dış yanal meristem, kabuk haline gelen mantar dokuyu yapar

KABUK

ODUN DOKU

TAŞIMA DAMARLARI

4 Dallanma

Bir kısım sitokinin bitkinin özsuyuyla yukarı doğru büyüyen filizlere gider. Orada oksinin etkisini bastırmaya başlar, bitkiyi dışa doğru dallanmaya teşvik eder. Dallanma bitkiyi daha gürleştirir; böylece ışık enerjisi toplayacak daha fazla yaprak üretebilir.

5 Kalınlaşma

Büyüme regülatörlerinin birleşik etkisi, artan ağırlığı taşıması için kökü kalınlaştırır. Odunsu bitkilerde bölünen hücrelerden oluşan minik bir silindir (yanal meristem) kök boyunca uzanır. Bu, kökün özünde odun tabakaları üretir.

Sitokininin ve oksinin kökler ve filizler üzerinde karşıt etkileri vardır

BAZI DEV BAMBU TÜRLERİ, GÜNDE 90 CM UZAR

Solunum

Yaşamın devam etmesi için enerjiye ihtiyacı vardır. Enerji, yaşamın mikroskobik makinesinin harıl harıl çalışıp besin işlediği, yeni malzeme yetiştirdiği ve değişime yanıt verdiği hücrelerin içinde kullanılır. Kimyasal tepkimeler –toplu olarak solunum denilen– besinlerin parçalanmasını gerektiren bir dizi adımda bu enerjiyi üretir.



Hücrelere yakıt doldurma

Bütün yaşam formları –mikroplardan meşe ağaçlarına kadar– enerjisini glikoz parçalayarak elde eder. Bunu yapmanın en etkili yolu glikozu tamamen ayırmaktır; böylece glikozun altı karbon atomunun her biri, ayrılıp altı karbondioksit molekülüne dönüşür. Ama bunun oksijene ihtiyacı vardır – herhangi bir yakıtın yanması gibi. Hayvanlar glikozu ve oksijeni kan dolaşımıyla hücrelere verir. Hücreye girince, bir tepkime zinciri hücre sıvısında başlayıp mitokondrilerde –hücrenin enerji santrali– biter. Bütün süreç, olası maksimum enerji miktarını ortaya çıkarır.

1 Yakıtteslimi
Büyük hayvanların hücrenin ihtiyaçlarını teslim etmek için kan damarlarına ihtiyacı vardır: Oksijen akciğerden ya da solungaçlardan, glikoz bağırsaklardan gelebilir. Bitkiler ve mikroplar temel ihtiyaçlarını çevrelerinden doğrudan emer ama bitkiler glikozlarını hücrenin içinde fotozentezle yapar.

KAN DAMARI

Kan damarıyla taşınan glikoz

GLİKOZ

OKSİJEN

GLİKOJEN

Glikoz, glikojen bölünerek üretilebilir

Glikojen hücrenin bir glikoz kaynağı olarak kullanabildiği kısa vadeli depodur

PİRÜVAT

ENERJİ SALIMI

2 Oksijensiz enerji
Solunumun ilk adımları hücrede gerçekleşir; burada her glikoz molekülü iki pirüvat molekülüne bölünür. Bu oksijen kullanmaz ve glikozun enerji verme potansiyelinin yalnızca yüzde 5'ini salar. Bu "anaerobik solunum" acil durumlarda hızlı gerçekleşebilir.

ALTI OKSİJEN MOLEKÜLÜ

Solunumun bu evresi, glikoz molekülü başına altı oksijen molekülü tüketir

ENERJİ SALIMI

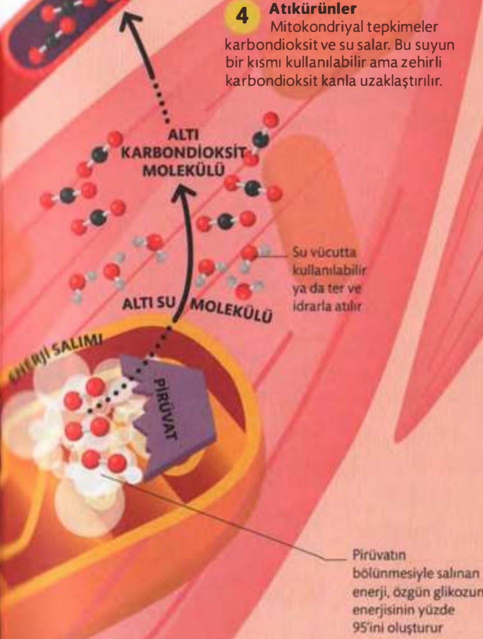
PİRÜVAT

MİTOKONDRİ

3 Glikozun tam potansiyelini oksijenle açma
Sonra pirüvat molekülleri hücrenin mitokondrilerine gider. Burada daha karmaşık bir dizi tepkime oksijen kullanıp, pirüvatı maksimum etkiyle parçalamayı bitirir.

KAS HÜCRESİ





Enerji nereye gider?

Bütün organizmalar hücrenin işlevlerini sürdürmesi –bazal metabolizma– için enerji kullanır. Ama hareket etme, büyüme ve üreme için fazladan çalışmaya gerek vardır. Havyanlar hareket ederken bitkilerden daha fazla enerji kullanır; çünkü kasların kasılması enerji gerektirir. En yüksek enerji talebi sıcakkanlı hayvanlardan gelir. Bu yüksek enerji harcamasının büyük bir oranı, yüksek vücut ısısını sürdürmek için kullanılır.

ANAHTAR
- Metabolizma
- Üreme
- Vücutısısı üretme
- Büyüme
- Hareket



Bitki
Bitkiler fotosentezle besin yapmak için ışık enerjisi kullanmalarına rağmen, yaşamın yaşamsal süreçlerine enerji sağlamak için solunumla enerji salmaları gerekir.



Soğukkanlı yılan
Diğer hayvanlarda olduğu gibi, bir yılanın enerjisinin çoğu harekete harcanır. Bununla birlikte, vücutlarını ısıtmak için solunum enerjisi kullanılmaz - bunun için Güneş'e güvenirler.



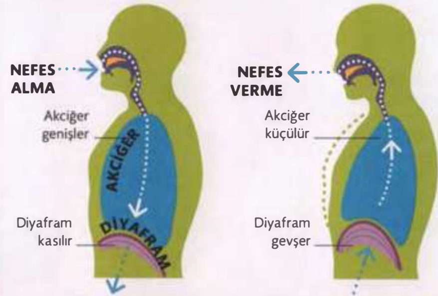
Tam büyümüş sıcakkanlı fare
Küçük sıcakkanlı hayvanlar oransal olarak daha fazla ısı kaybeder; bu yüzden enerji bütçelerinin en büyük bölümünü, vücudun merkezi ısıtma sisteminde kullanırlar.

BİTKİLER CO_2 SOLUR MU?

Hayır - günışığında bitkiler şeker yapmak için karbondioksit emer ama bu soluma değildir. Bitkiler de tıpkı hayvanlar gibi solunum yapıp, oksijen alıp karbondioksit verir. Bu süreç solumaya yakındır.

GAZ ALIŞVERİŞİ

Popüler bilginin aksine, solunum soluk alıp vermekle aynı anlama gelmez. Enerji salan solunum organizmaların hücrelerinde gerçekleşir ama soluma, akciğerli hayvanlarda akciğerin hareketidir. Teknik olarak ventilasyon denilen soluma, kana taze oksijen getirip karbondioksidi uzaklaştırmaya yardımcı olur.





MANGROV AĞAÇLARI **HAVASIZ ÇAMURDA** YETİŞİR; BU YÜZDEN **OKSİJEN ALMAK İÇİN** KÖKLERİ YUKARI DOĞRU BÜYÜR

Karbon döngüsü

Karbon atomları biyolojik ve fiziksel süreçlerle havanın, okyanusların, karanın ve canlıların vücutlarının içinden geçer. Karbon depolarına "karbon yutakları" denilir ve karbon bunların arasında çeşitli hızlarla hareket eder.

Doğal denge

Her yıl fotosentez havadan karbondioksidi (CO_2) besinlere dönüştürerek bitkilerde ve alglarda karbon biriktirir. Solunum ve doğal yanma, aşağı yukarı eşit miktarda karbonu tekrar havaya iter. Milyonlarca yıl süren daha yavaş geçişler karbonu kayaçlara geçirir. Ama insanlar fosil yakıtları yakınca, yerden CO_2 salımı hızla ivme kazanır ve her yıl fazladan 8,2 milyar ton karbon salınmasına yol açar.



Karadaki bitkiler günışığından gelen enerjiyi kullanıp CO_2'yi şeker gibi daha büyük, daha karmaşık moleküllerin içine kapatır. Tek-hücreli alglar, okyanusların yüzey sularında buna eşdeğer bir iş yapar. Oradan organik karbon besin zincirine geçer.

FOTOSENTEZ

204 milyar ton

Hayvanlar

Tek-hücreli alglar

HAVA-DENİZ ALIŞVERİŞİ

CO_2 okyanuslarda kolay çözünür. Su molekülleriyle tepkimeye girip karbonik asit ve kireçli karbonat içeren bir kimyasal karışım oluşturur. Süreç tersinirdir; bu yüzden hava ile su arasında yavaş, eşit bir alışveriş vardır.

OKYANUSLAR

Karbon okyanus suyunda CO_2, karbonik asit, hidrojen karbonat ve karbonat olarak depolanır.

33.900 MİLYAR TON

Karbon yakalama

İnsan kaynaklı yanma ve solunum, her yıl atmosfere 208,2 milyar ton CO_2 salar. Fotosentez 204 milyar tonunu emer – bu yüzden 4,2 milyar tonu birikir. CO_2 –sera gazlarından biri– artışı küresel ısınmaya neden olur (bkz. s. 246-47). Teknoloji sinai pratiklere karbonu atmosfere salmak yerine yakalamanın yollarını sunuyor.



OKYANUS ASİTLENMESİ

Atmosferde CO_2 düzeyi yükseldikçe, daha fazla CO_2 okyanuslara girip suyla tepkimeye girer, daha fazla karbonik asit üretir. 1750'den bu yana okyanus asitliğinde yüzde 30'luk bir artışın, deniz yaşamı için önemli sonuçları oldu; hayvan kabuklarının ve mercanların aşınmasına neden oldu.



Yaşlanma

Çalışan çok parçalı her şey gibi bir canlı da yaşlanma belirtileri gösterir. Canlılar kendilerini kontrol edip onarabilir ama zamanla vücutları teklemeye başlar.

Yaşlanma nedir?

Yaşlanınayla birlikte biyolojik işlevde bir gerileme hücrelerin, kromozomların ve genlerin solan özelliklerine bağlanabilir. Çok-hücreli canlıların hücreleri durmadan bölünüp yeni hücreler yaratır ve tipik olarak 50 bölünmeden sonra bozulmaya başlar, bu yüzden yeni hücre üretimi geriler ve sonunda tamamen durur. Bu, giderek istikrarsızlaşan ve sonunda hücrelerin –dolayısıyla vücudun– teklemesine yol açan genetik yapıyla ilgilidir. Yaradan sonra onarımın yavaşlığından demansa kadar çok sayıda bozucu fenomen, bunun sonuçlarıyla bağlantılıdır.

Gençlik kromozomları
Hücreler bölününce DNA ikilenip genetik bilgiyi kopyalar. Protein kodlamayan ve telomer denilen bölümler, kromozomların ucuna koruyucu bir başlık sağlar. Genç organizmalarda kromozomların uzun telomerleri vardır.

EN YAŞLI CANLILARIN BİRİ, 5.000 YAŞINDA OLDUĞU TAHMİN EDİLEN BRİSTLECONE ÇAM AĞACIDIR

YAŞLANMA KARŞITI KREMLER NASIL ÇALIŞIR?

Protein lifi kaybı, derinin kırışmasına neden olur. Anti-oksidan ve protein yapıtaşları içeren yaşlanma karşıtı kremler, bu liflerin üretimini artırır, böylece deriyi sıkılaştırır.



GENÇ BİR ORGANİZMANIN HÜCRESİ

ÇEKİRDEK

KROMOZOM

Kararan kromozomlar
Mutasyonlar (kopyalama yanlışları) zaman içinde birikir ve DNA ikilendiği her seferinde telomerler kısalır. Bu aşınma başlığın altındaki kodlama bölümüne ulaşınca altındaki gen kusurlu çalışabilir.

Mutasyonlar kromozomlarda birikip gen ifadesini etkiler

Telomerler bitince hücre artık bölünemez

Hücre bozulması
Genler kimyasal tepkimeleri yürütmekten sinyal yakalamaya kadar uzanan görevleri yerine getiren proteinleri kodlar; bu yüzden kusurlu genler kaçınılmaz olarak kusurlu çalışmaya yol açar. Zamanla hücreler daha az verimli çalışır.

Protein zincirleri farklı katlanıp kusurlu çalışmalarına neden olur

MİTOKONDRİ

Daha az enerji salınır

YANLIŞ KATLANMIŞ PROTEİN

HORMONLAR

Hormon gibi kimyasal sinyaller daha az etkili yanıtları tetikler

Glikoz gibi besinler daha az etkili hissedilir ve emilir

BESİNLER

YETİŞKİN EVRE

GERİLEME

DENİZ TABANINA YERLEŞME

YENİ GENÇ FORMLAR

Bir şey sonsuza kadar yaşayabilir mi?
Hücreler düzeyinde kendi kendini ikileyen DNA fiilen ölümsüzdür – çünkü genetik bilgisi, kuşaklar boyunca spermle ve yumurtalarla aktarılır. Ama tek bir organizmanın yaşlanmayı gerçekten aldatıp aldatmadığı tartışmalıdır. Bazı knidliler –denizşakayığı ve denizanasını kapsayan basit hayvanlar– yaşlanmayla birlikte bozulmanın görünür belirtilerini göstermez. Hatta Turritopsis denilen ve daha çok ölümsüz denizanası olarak bilinen bir tür, gençlik durumuna geri dönebilir.

YAŞLANMAYI GECİKTİRME

Deneysel ilaçların DNA hasarını dengelediği ya da onardığı görüldü ve gelecekte gen terapisi (bkz. s. 182-83) yaşlı hücreleri "yenilemek" için kullanılabilir. Bununla birlikte yaşlanmayı yavaşlatma, hatta tersine çevirme girişimleri hâlâ tartışmalıdır ve kanıtlanmamıştır. Düzenli egzersiz ve iyi beslenme gibi yaşam tarzı değişiklikleri, yaşlılıkta gerçekleşen bozulma riskini azaltmanın -ve ömrü uzatmanın- hâlâ en iyi yoludur.


İlaçlar


Gen terapisi


Beslenme


Egzersiz

Genomlar

Bir canlının genetik bilgisi DNA moleküllerinde, genom denilen bir tam takımın içinde saklıdır. Bir laboratuvarda genomu çözümlemek, belli genleri saptamamıza, nasıl çalıştıklarını anlamamıza, hatta bir bireye özgü olan bir "DNA parmak izini" üretmemize olanak verebilir.

DNA nasıl düzenlenir?

DNA, protein yapma bilgisini sağlayan ve gen denilen bölümler içerir (bkz. s. 158-59). Bakterilerin içindeki DNA molekülleri hücrenin sitoplazmasında serbesttir ama daha karmaşık hücreli organizmaların –bitki ve hayvan gibi– çekirdeğinin içinde paketli, son derece uzun çok sayıda DNA zinciri vardır. Hücre bölünmesi sırasında, karışmamak için daha sıkı sarılıp bir kromozom oluşturur.

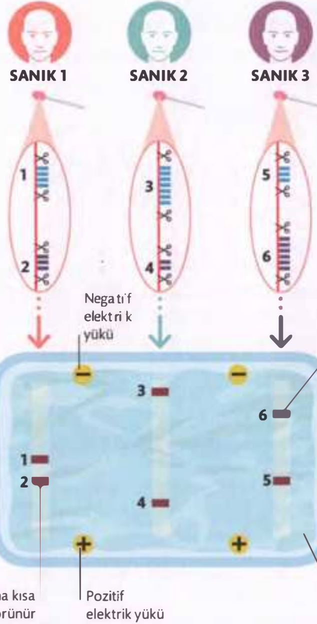
Çöp DNA

Genler, tipik olarak, protein kodu içermeyen DNA parçalarıyla ayrılır. Protein kodlamayan bu bir kısım DNA, genlerin açılıp kapanmasını kontrol eder, hücrelerin farklı görevlerde uzmanlaşmasına yardım eder. Hayvan ve bitki DNA'sı, genlerin içinde protein kodlamayan dizilişler de içerir. İntron olarak bilinen bu bölümler, protein yapılmadan önce mesajdan çıkarılır. İntronlar, bir gen farklı protein ürünler yapabilsin diye, genin farklı kodlama bölümlerinin birlikte düzenlenmesine yardımcı olabilir. Bununla birlikte, genlerin içinde ya da arasında bir kısım DNA'nın fark edilir bir amacı yoktur. "Çöp DNA" olarak etiketlenen bu kısımlar, evrimin seyri içinde işlevini yitirmiş olabilir.



DNA profilleme

Bir bireyin DNA'sındaki kimyasal baz dizilişi (bkz. s. 158-59) benzersizdir – tek yumurta ikizleri hariç. Yani DNA, kan, tükürük, semen ya da başka biyolojik malzeme örneklerinin eşleştirilmesinde sağlam bir araçtır. DNA profilleme –ya da DNA parmak izini çıkarma– bireyler arasında uzunluğu değişen ve kısa ardışık tekrarlar (STR) denilen tekrarlı DNA bölümlerini karşılaştırır.



1 Örnek toplama
Bir cinayetin hem cinayet silahından hem sanıklardan DNA örnekleri -genellikle tükürük alınarak- toplanır. DNA defalarca kopyalanıp çözümlenecek miktarı en yüksek düzeye çıkarılır.

2 DNA'yı parçalama
DNA, özel olarak STR'leri kesip ayıran parçalara bölünür. Bu, STR uzunluklarına bağlı olarak çeşitli büyüklükte parçaların bir karışımını verir.

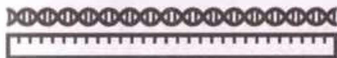
3 Parçaları ayırma
Bir jel bloğuna negatif yüklü DNA'yı ayıran bir elektrik yükü verilir. Küçük parçalar pozitif uca doğru daha hızlı yol alır, bu yüzden daha uzun yol gider. Sonra her parça kümesi renklendirilip her bireye özgü benzersiz bir bant örüntüsü ortaya çıkarılır.



4 Bir eş bulma
Silahtan alınan DNA parmak izi, bir sanıktan alınanla eşleşirse, katil saptanabilir.



BİR İNSAN HÜCRESİNDEKİ DNA ÇÖZÜLSE, BOYU 2 METREYİ GEÇER



İNSAN GENOMU PROJESİ

2003'te İnsan Genom Projesi tamamlandı – 1990'da başlayan ve 3 milyar insan DNA'sının baz denilen yapıtaşlarının dizilişlerini belgelemeye çalışan araştırmacıların uluslararası işbirliği. Spesifik diziliş bireyler arasında farklı olmasına rağmen, proje birkaç isimsiz bağışçının ortalama dizilişini yayınladı. Genel olarak insan geninin daha iyi anlaşılmasının yolunu açtı.



Genetik mühendisliği

Genetik bilgi bir canlının kimliğiyle o kadar sıkı bağlantılıdır ki, manipüle edebiliyor olmamız akıllara ziyan görünüyor. Ama bilim, ayırt edici özellikleri tıbbın ve diğer alanların yararına değiştirmek için bilgiyi değiştirebilir.

Genetik veriyi yeniden yazma

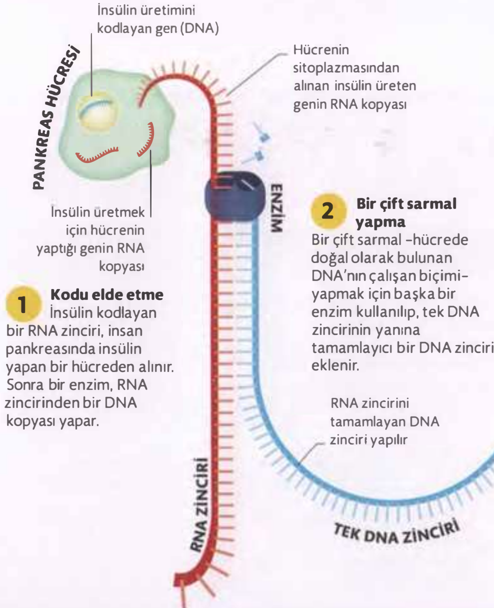
Genetik mühendisliği bir canlının genetik yapısını, gen ekleyerek, çıkararak ya da değiştirirek değiştirmeyi gerektirir. Genler, DNA'nın protein kodlayan bölümleri (bkz. s. 158) olduğu için, genleri değiştirmek genlerin protein yapma yeteneklerini değiştirir ve organizmada karakteristiklerin değişmesiyle sonuçlanır. Hedef genler kromozomlardan (bkz. s. 178) kırpılıp alınabilir ya da RNA (bkz. s. 158-59) denilen genetik malzemeden kopyalanır. Her adım, enzim denilen özel bir kimyasal katalizörle sürdürülür.



KARANLIKTA PARILDAYAN GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ BALIK, ABD'DE EVCİL HAYVAN OLARAK SATILIR

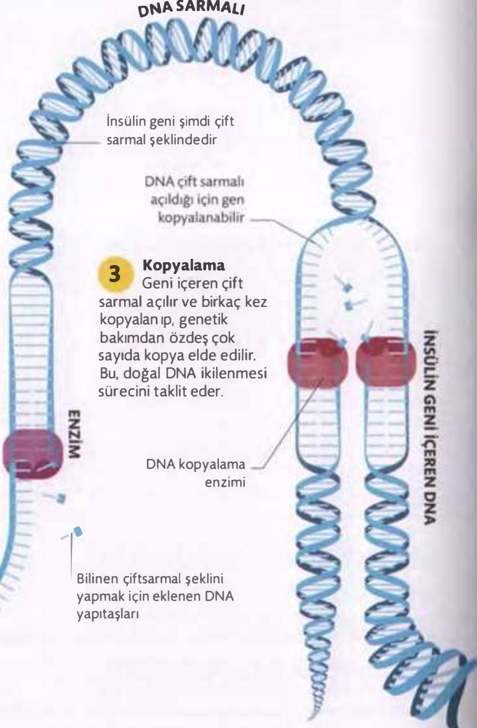
İnsülin yapma

İnsülin üretmenin genetik kodu insan vücudundan alınıp bakterilere yerleştirilebilir; sonra bu bakteriler, diyabet hastalarını tedavi etmek için insülin sunan canlı fabrika olarak kullanılabilir. Kod, hücrenin RNA kopyalarından elde edilir.



1 Kodu elde etme
İnsülin kodlayan bir RNA zinciri, insan pankreasında insülin yapan bir hücreden alınır. Sonra bir enzim, RNA zincirinden bir DNA kopyası yapar.

2 Bir çift sarmal yapma
Bir çift sarmal -hücrede doğal olarak bulunan DNA'nın çalışan biçimi- yapmak için başka bir enzim kullanılıp, tek DNA zincirinin yanına tamamlayıcı bir DNA zinciri eklenir.



3 Kopyalama
Geni içeren çift sarmal açılır ve birkaç kez kopyalanıp, genetik bakımdan özdeş çok sayıda kopya elde edilir. Bu, doğal DNA ikilenmesi sürecini taklit eder.

Genleri neden değiştirmek isteriz?

Genetik mühendisliği inanılmaz derecede yararlı olabilir. Mikropları tıbbi açıdan önemli proteinleri seri olarak üretmeye hazırlamanın yanı sıra, bitkiler ve hayvanlar da tarımsal açıdan istenir özellikler kazanabilir; ayrıca gen terapisinin genetik hastalıkları iyileştirme potansiyeli vardır.

GENETİK MÜHENDİSLİĞİ ÖRNEKLERİ

Tıbbi ürünler
Hayvan kaynaklı proteinlerden farklı olarak, genetiği değiştirilmiş miktopların ürettiği proteinlerin seri üretimi yapılabilir.

Genetiği değiştirilmiş (GD) bitkiler ve hayvanlar
Besin değerlerini iyileştirmek ya da kuraklığa, hastalıklara ya da zararlı böceklere dirençlerini artırmak için bitkiler ve hayvanlar değiştirilebilir.

Gen terapisi (bkz. s. 182-83)
Genetik bir bozukluk taşıyan hücrelere, çalışan bir gen eklenerek normal çalışması sağlanabilir.

EKLENEN GENLER YAYILABİLİR Mİ?

Yabancı genli bitkileri çevreye sokmak, beraberinde bunların kontrolden çıkıp, yaban yaşamda "süper zararlı ot" olmaları gibi bir endişeyi de getirmektedir. GD kültür bitkileri, kazayla yabani bitkilerle tozlanıp, tarıma zararlı otlara dönüşebilirler. GD bitkiler ile genetiği değiştirilmemiş bitkiler arasında "gen akışı" belgelenmiştir ama potansiyel çevresel etkisi konusunda bilimsel bir görüş birliği yoktur.

4 Birleştirmeye hazırlama
Plazmit denilen DNA halkaları (bunlar bakterilerin içinde doğal yolla olur) özel bir enzimle kesilip açılır; kesilen uçta, özel bir baz dizilişi olan tek zincirli bölümler asılı kalır.

ENZİM

Emzimin kesmesiyle üretilen tek zincirli bölüm

Plazmit bir DNA halkasıdır

PLAZMİT

5 Geni yerleştirme
Tek zincirli uçlar gen içeren DNA'ya eklenmelidir. Bu saçaklar, plazmitin üzerindekileri tamamlar ve böylece zincirler kolayca birleşir. Bağlantı başka bir enzimle kapatılıp insülin geni içeren plazmitler yapılır.

İnsülin üreten gen plazmite bağlanır

ENZİM

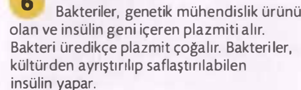
Bağlayıcı enzim uçları kapatır

GEN

Tamamlayıcı bazlar (bkz. s. 158) eşleşir – adenin (kırmızı) timinle (yukarıda sarı) eşleşir

İnsülin geninin örtüşen uçları, plazmitteki tamamlayıcı uçlara eklenmelidir

PLAZMİT



İnsülin genli plazmit bakterinin içine konulur

Bakterinin ürettiği insülin

6 İnsülin üretme
Bakteriler, genetik mühendislik ürünü olan ve insülin geni içeren plazmiti alır. Bakteri üredikçe plazmit çoğalır. Bakteriler, kültürden ayrıştırılıp saflaştırılabilen insülin yapar.

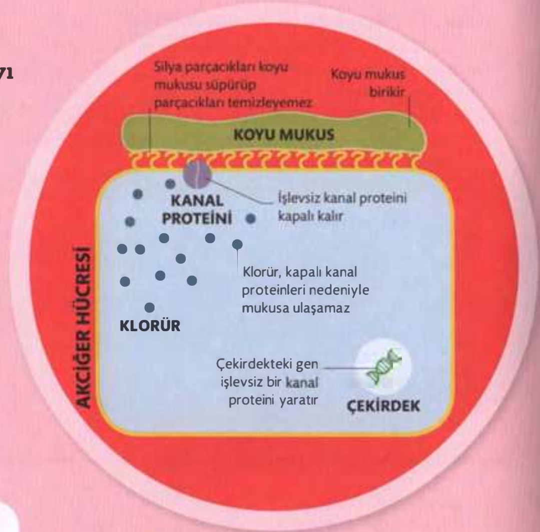
Gen terapisi

Bazı hastalıklar özellikle sofistike bir tedavi gerektirir – ilaç olarak DNA'yı kullanan bir tedavi. Gen terapisi hücrelere, bir hastalığı iyileştirmek için davranışlarını değiştiren genetik bilgi sağlar.

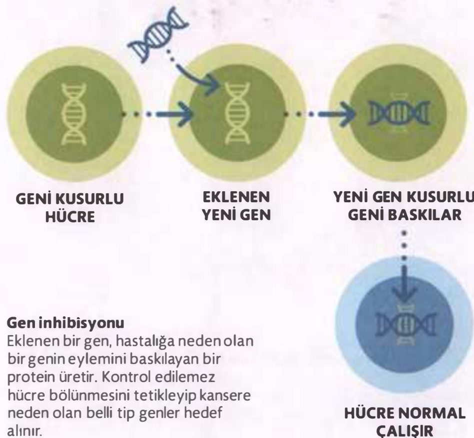
Gen terapisi nasıl çalışır?

Genler DNA'nın, hücrelere özel tür proteinler yapma talimatı veren bölümleridir. Gen terapisi, bir hücreye bir gen sokarak, çalışan bir protein üretemeyen kusurlu DNA'yı telafi edebilir ya da hastalığı etkisizleştiren yeni bir görevi teşvik edebilir. Bu teknik, birçok genin birlikte neden olduğu hastalıklardan çok tek bir genin neden olduğu hastalıklar (kistik fibroz gibi) için işe yarayabilir. İyileştirici gen vektör denilen bir parçacığın içinde hücreye taşınır; vektör, etkisizleştirilmiş bir virüs ya da lipozom denilen bir yağ damlacığı olabilir.





1 Kistik fibroz
Kistik fibroz hastalarının akciğer hücrelerinin kapalı kanal proteinlerini kodlayan işlevsiz genleri vardır. Yani hava yollarını kaplayan mukus çok kalındır ve solunum güçlüklerine neden olur.



Gen inhibisyonu
Eklenen bir gen, hastalığa neden olan bir genin eylemini baskılayan bir protein üretir. Kontrol edilemez hücre bölünmesini tetikleyip kansere neden olan belli tip genler hedef alınır.

GEN TERAPİSİ ARAŞTIRMALARI, ŞİMDİLİK BELLİ TÜR KANSERLERİ HEDEF ALIYOR



GEN TERAPİSİ KALICI BİR TEDAVİ MİDİR?

Tedavi edilen hücreler bölünür ama sonunda ölür ve yerlerini hastalıklı hücreler alır; bu yüzden şimdilik tedaviler kısa ömürlüdür ve çoklu tedaviye gerek vardır.







2 Gen eklenir
Bir solunum cihazıyla vücudun içine sokulan ve çalışan kanal proteine genleri taşıyan lipozomlar hava yollarını süpürür ve duvar hücrelerine emilir. Burada, hücrelerin çekirdeğindeki diğer DNA'larla birleşirler.

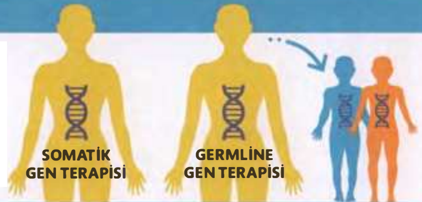
3 Gen işlevi düzeltir
Yeni genler hücrelere çalışan kanal hücreleri yapma talimatı verir, klorürün mukusa gitmesini sağlar. Tuzlu mukus hücrelerden suyu emer ve böylece daha akışkan olur, solunumu kolaylaştırır.

Özgül hücreleri öldürme
Özel olarak hastalıklı hücreleri hedef alan intihar genleri, bu hücrelerin kendi kendlerini yok etmelerine neden olabilir ya da bağışıklık sisteminin saldırı hedefi olarak işaretleyebilir.



YENİ GENLER MİRAS ALINABİLİR Mİ?

Geleneksel gen terapisi –somatik gen tedavisi denilir– genleri, yumurta ya da sperm üretimiyle ilgili olmayan vücut hücrelerine yerleştirilir. Bu hücreler çoğalınca, kopyalanan genler hastalıklı dokuda kalır ve yavruya geçmez. Germline gen terapisi –etik değil diye genellikle reddedilir– genlere sperme ya da yumurtalara eklenir, bu yüzden genler miras alınabilir.

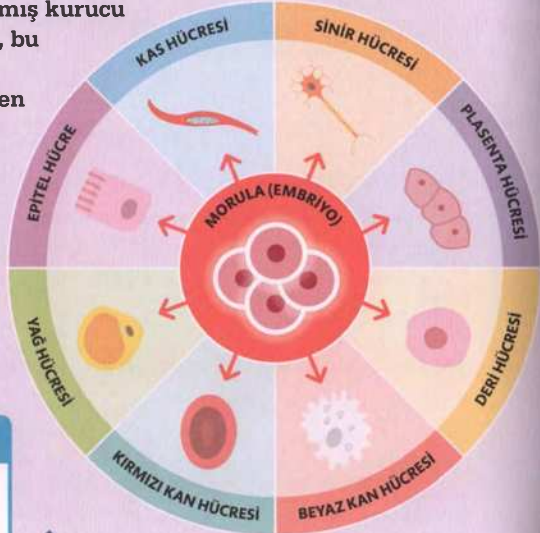


Kök hücreler

Hayvan vücutları, oksijen ya da sinir uyarısı taşımak gibi özel görevli hücrelerden oluşur. Embriyodan yetişkinliğe kadar, yalnızca küçük bir uzmanlaşmamış kurucu hücreler –kök hücreler denilir– bankası, bu çeşitliliğe yol açma yeteneğini korur – hastalığı tedavi etmek için kullanılabilen bir potansiyel.

Kök hücre tipleri

Embriyolar, farklı dokular oluşturma potansiyeli en fazla olan hücrelere sahiptir. Küçük bir embriyonik hücre topu, gelişip vücudun bütün parçalarına dönüşmelidir. Ama bu parçalar ayrı hale gelince, hücreleri çok-yönlülüğünü yetirir; çünkü kendi özel görevlerine bağlanırlar. Vücudun yalnızca kemik iliği gibi bazı bölümleri, kök hücreleri korur ama çeşitlenme yetenekleri sınırlıdır.



En erken embriyo kök hücreleri
En erken embriyonun, morula denilen katı bir top halindeyken, maksimum gelişme potansiyeline sahip hücreleri vardır. "Totipotent" denilen her kök hücrenin, embriyonun herhangi bir bölümünü yapma potansiyeli vardır; pek çok memelide bu, sonunda plasentayı oluşturacak zarları da kapsar.

KÖK HÜCRE TOPLAMANIN ETİĞİ

Embriyonik kök hücreler, en büyük terapötik kullanım potansiyeline sahiptir ama birçok kişi, insan embriyolarını kullanmayı etik olarak kabul edilemez bulur ve bazı ülkelerde embriyolardan kök hücre almak yasaktır. Yetişkin kök hücreleri -kemik iliğinden ya da göbek bağından- bu kaygıları aşar ama potansiyelleri sınırlıdır, diyabet ve parkinson gibi hastalıkların tedavisine ilişkin araştırmalarda o kadar yararlı değildir.

Kök hücre terapisi

Kök hücrelerin gelişme potansiyeli, hastalık tedavi etmek için sağlıklı doku büyütmeye yardımcı olabilir. Örneğin kemik iliği nakli, lösemi gibi kan hastalıklarını tadevi etmek için yetişkin kök hücrelerinin kan hücresi oluşturma kapasitesinden yararlanır. Kök hücre tedavisi, diyabetlilerde insülin üreten hücreleri de geri getirebilir. Genellikle hayvanlar üzerinde yapılan deneyler, potansiyellerini artırmak için kimyasal işlem görmüş embriyo ya da yetişkin kök hücreler kullanıyor.



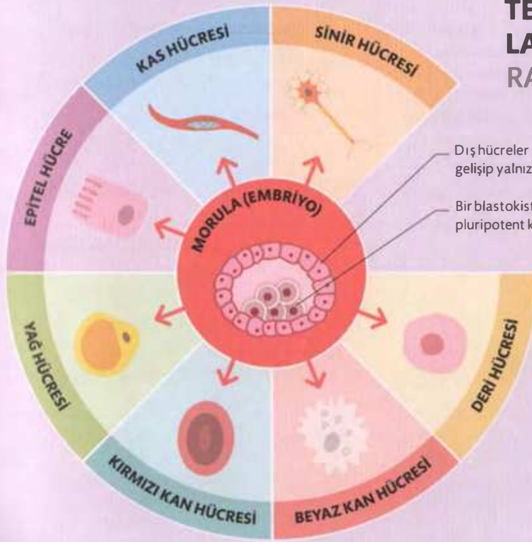
1 Toplama
Bir omurilik zedelenmesini tedavi etmek için deneysel bir kök hücre terapisinde, hastadan kemik iliği hücreleri alınıp vücudun dışında büyütülür.

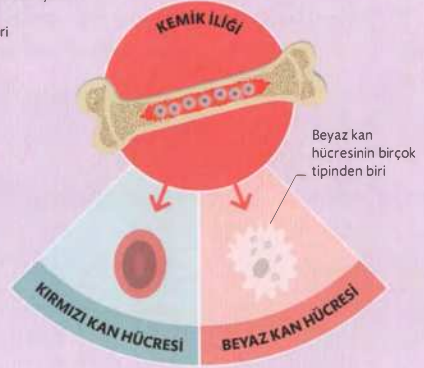
2 Yeniden programlama
Kök hücreler kimyasal işlemlerden geçirilip daha güçlü yapılır, kan hücreleri yerine sinir hücrelerine dönüşmeye teşvik edilir.



BİR DENEYDE, OMURİLİĞİ ZEDELENİP KÖK HÜCRE TEDAVİSİ GÖREN HASTALARIN YÜZDE 50'Sİ TEKRAR HAREKET EDEBİLDİ







Erken embriyo kök hücresi
Embriyo bir sonraki evreye -blastokist denilen ve hücrelerin oluşturduğu içi boş bir küre- ulaşınca, uzmanlaşmada ilk adıma ulaşılmış olur. Memelilerde dış hücre tabakası plasentanın oluşmasına yardım eder. Yalnızca pluripotent kök hücreler içeren iç hücreler, embriyonun vücudunun bölümlerini oluşturacak.

Yetişkin kök hücreler
Kök hücreler yetişkinlerin vücudunda varlığını sürdürür ama gelişip dönüştükleri hücre tipleri sınırlıdır ve "multipotent" olarak nitelenirler. Örneğin, vücudun pek çok kemiğinin iliği, farklılaşıp çeşitli tipte kan hücresine dönüşebilen multipotent kök hücreler içerir.

3 Farklılaşma
Kök hücreler sinir hücrelerine dönüşür; elektriksel sinir uyarıları taşıyabilen uzun lifler geliştirirler.

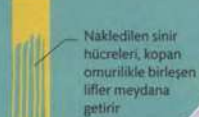


SİNİR HÜCRELERİ

4 Teslimat
Hücreler, sinir hücrelerinden oluşan omuriliğin hasarlı bölümünün etrafındaki sıvıya enjekte edilir.



5 Onarım
Bazı hastalarda sinir hücreleri büyüyüp omuriliğin hasarlı bölümünü onarır.



Klonlama

Klonlar, genetik olarak özdeş canlılardır. Teknoloji yapay klonlama yapabilir; bunun tıbbın ötesinde sonuçları vardır.

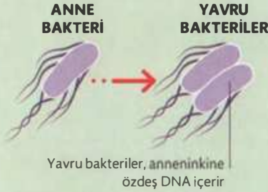
Klonlama nasıl çalışır?

Klonlamanın temelinde, kendi kendini kopyalayan, hücrelerin bölünmesini tahrik eden ve eşeysiz üreyebilen her canlıyı çoğaltan DNA vardır. Laboratuvar teknikleri bunun ötesine geçip uzmanlaşmamış belirli türde hücreleri ve dokuları manipüle ederek doğal yolla olmayacak şekilde klonlar üretir.

İKİZLER TEKNİK OLARAK KLON MUDUR?

Evet - tek yumurta ikizleri klondur. Bunlar, döllenmiş tek yumurta rahimde iki ayrı hücreye bölününce ortaya çıkar. Bu hücreler daha sonra gelişip genetik olarak özdeş embriyolara dönüşür.

DOĞAL KLONLAMA



Mikroplarda eşeysiz üreme
Bakteri gibi mikroplar kendilerini klonlayarak eşeysiz ürer. Hücre bölünmeden hemen önce, DNA kopyalanır. DNA'nın özdeş kopyaları her bir hücreye gider.

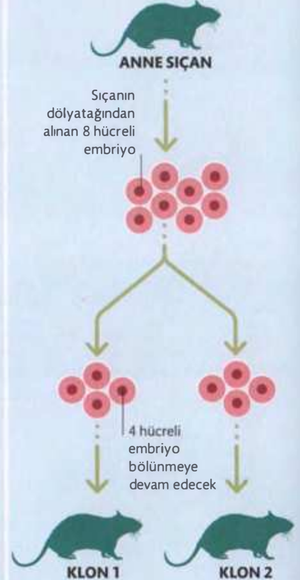


Bitkilerde eşeysiz üreme
Rizom denilen yeraltı kök sistemi, anne bitkilerle genetik olarak özdeş yeni ağaçlar çıkarmak için gerekli dokuyu içerir. Akkavak ağaçları, gezegende en büyük klon topluluklarından bazılarını üretir.

YAPAY KLONLAMA



Doku kültürü
Bitkilerin bazı bölümleri, büyüme regülatörleri denilen kimyasallarla işlemden geçirilirse, gelişip yeni bitkileri dönüşmeye teşvik edilebilir. Minik bitkiler, toprağa aktarılmadan önce, besin bakımından zengin steril bir jelin içinde filizlenir.



Embriyo parçalama
İlk başarılı hayvan klonlama teknikleri, embriyoların bölünmesini gerektirmekteydi. Başarılı bir biçimde erken bir evrede yapılırsa, embriyonun uzmanlaşmamış hücreleri bir vücudun bütün parçalarını oluşturma potansiyelini korur.



PİRENE KEÇİSİ TÜKENMİŞ BİR SOYDAN YENİDEN CANLANDIRILAN İLK HAYVANDI AMA 7 DAKİKA SONRA ÖLDÜ

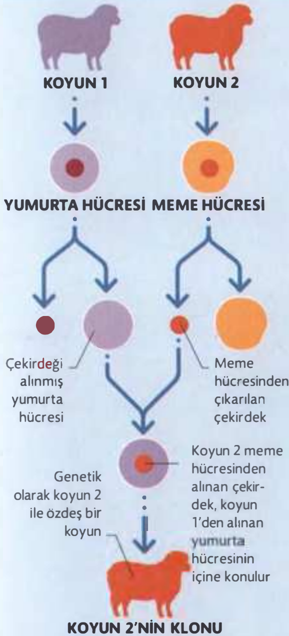


TÜKENMİŞ TÜRLERİ DİRİLTME

Korunmuş örnekler, soyu tükenmiş türleri diriltme gibi kışkırtıcı bir olasılık sunar. Ne var ki, DNA zaman içinde bozulur - yani eski DNA'lar yaşayabilir bir embriyo yapmak için gerekli yaşamsal talimatlardan yoksundur. Bilim insanları, donmuş mamut dokularından dikkate değer ölçüde bozulmamış DNA dizilişleri elde etti - ama klonlamaya olanak vermeyecek kadar hasarlı ve eksiktir. Bilim insanları, mamut genlerini Asya fili (mamutun yaşayan en yakın akrabası) genleriyle birleştirip, yapay bir rahimde yetiştirilebilen melez bir embriyo yaratmayı planlıyor. Ne var ki, bu etik kaygılar doğuruyor.



TÜYLÜ MAMUT



Somatik hücre çekirdeği nakli
Vücut (somatik) hücresinden klonlar üretilebilir. Çekirdeği alınmış bir yumurta hücresi, bir klon üretme potansiyeline sahip verici vücut hücresini yeniden programlar. Koyun Dolly, bu teknik kullanılarak klonlandı.

Tedavi amaçlı klonlama

Klonlamanın, vücuda tekrar nakledilecek çalışan dokular oluşturmak için hastanın kendi hücrelerini kullanarak hastalığı tedavi etme potansiyeli vardır. Genetik eşleşme, reaksiyon olasığını en aza indirir. Hayvanları kullanan laboratuvar denemeleri, klonlanan hücrelerin parkinson hastalığının belirtilerini azaltan sinir dokusunu canlandırabildiğini gösterdi. Bu teknikte ilerlemeler, nakledilebilir organların oluşturulmasına yol açabilir.

1 **Hasta**
Hasta bir hastalığa yakalanır, yani spesifik dokular düzgün çalışmıyor.

2 **Vücut hücresi**
Bütün vücut hücreleri eksiksiz bir insan geni takımı taşır - hasarlı doku yapanlar da dahil.

3 **Çekirdek çıkarma**
Çekirdek -genetik malzemeyi içerir- çıkarılır. Hücrenin sitoplazması atılır.

4 **Çekirdek yerleştirme**
Çekirdek, çekirdeği alınmış bir embriyo hücresine ya da yumurta hücresine yerleştirilir.

5 **Embriyo büyür**
Genetik olarak ana hücreyle özdeş bir hücre topundan ibaret olan embriyo büyür.

6 **Yeni doku oluşur**
Uzmanlaşmamış embriyonik hücreler -kök hücre denilir- hastalığı tedavi etmek için hastaya nakledilecek dokuları üretir.



UZAY

Yıldızlar

Bir yıldız, nükleer tepkimeler çekirdeğini tutuşturunca canlanan büyük bir parıltılı gaz topudur. En büyük yıldızlar, yakıtlarını yavaş yakan küçük yıldızlardan daha parlak yanar ama daha hızlı söner. Bir yıldızın kütlesi, ölüm şeklini de belirler.

YILDIZLAR NE KADAR YAŞAR?

Bir yıldızın ömrünün uzunluğu büyüklüğüne bağlıdır. En kütleli yıldızlar birkaç yüz bin yıl devam edebilir; en küçüğüyse trilyonlarca yıl yanabilir.

Bir yıldız doğuyor

Yıldızlar, bulutsu denilen yıldızlararası dondurucu toz ve gaz bulutlarında doğar. Gaz öbekleri parçalanır ve yeterince yoğunlaşırlarsa, kendi kütleçekimleri altında çöküp ısı salarlar. Termonükleer füzyon gerçekleştirecek kadar ısı üretilirse (bkz. s. 193), bir yıldız doğar. Bu süreç birkaç milyon yıl sürebilir.



1 Moleküler bulut Mutlak sıfırın biraz üstünde gazlar moleküler olur (iyonlardan değil, moleküllerden oluşur) ve birbirine bağlanır. Daha yoğun bulut parçaları kopar.

2 Çöken parça Yoğun bir gaz parçası çöker, merkezindeki ısı yükselir. Açısal momentum parçayı dönen bir diske dönüştürür.

3 Önyıldız oluşur Yoğun orta bölge bir önyıldız oluştururken, disk bir gezegen sistemi haline gelebilir. İçine madde düştükçe, önyıldızın büyüklüğü 100 kat artar.

4 Füzyon başlar Çekirdek basıncı termonükleer füzyonun başlamasına neden olunca, içeriye madde düşüşü durur. Önyıldız hidrojen yakar, güçlü yıldız rüzgârları üretir.

Bir yıldızın yaşamı ve ölümü

Pek çok önyıldız bir güç dengesi, genişleyen gazların dışa doğru basıncı ile kütleçekiminin içe doğru çekimi arasındaki denge nedeniyle kararlı kalan "ana sekans" ya da ortalama bir yıldız olur. Bir yıldızın yaşam döngüsü kütlesine bağlıdır ve yaşlandıkça büyüklüğü, sıcaklığı ve rengi reğişir. Bazı yıldızlar solup gider; ama bazıları sonunda bir süpernovada patlayıcı bir sonla karşılaşır, yeni yıldızlara ve gezegenlere malzeme sağlar. Evrendeki pek çok öğeyi yıldızlardaki nükleer tepkimeler yarattığı için, dünyamızın yıldız tozundan oluştuğu söylenebilir.





KIRMIZI DEV YILDIZ

Hidrojen yakıtı bitince yıldız genişler ve soğur

KIRMIZI SÜPER-DEV YILDIZ

Yıldız genişler ve soğur, rengi kırmızıya döner

SÜPERNOVA

Yıldızın yakıtı biter; dış katmanlar çekirdeğe çöker, sonra saniyede 30.000 km hızla dışa doğru patlar

KARA DELİK

En büyük yıldızlar kara delik olur

NÖTRON YILDIZI

Bir süpernovadan sonra kalan kompakt çekirdek yalnızca nötronlardan oluşur ve kendi ekseninde hızla döner

DÖKÜNTÜ VE TOZ

Bir süpernova kalıntısından malzemeler milyonlarca yıl sonra yakındaki gaz bulutlarına saçılır

GEZEGENCE BULUTSU

Görece kısa bir evre süresince yıldız sıcak bir gaz kabuğu oluşturur, bir gezegen gibi görünür

BEYAZ CÜCE

Bu gezegence bulutsunun çekirdeğidir ve çok sıcak yanar

KARA CÜCE

Beyaz cüce sonunda solup kara cüce denilen soğuk, kara bir nesneye dönüşebilir; ama evren bunlardan biri var olacak kadar yaşlı değildir

YILDIZ GERİDÖNÜŞÜMÜ

Büyük Patlama yalnızca hidrojen, helyum ve biraz lityum yarattı. Diğer bütün ağır elementlerin neredeyse tümü, yıldızlarda ya da süpernova sırasında oluştu. Süpernovalar bu malzemeleri salıp yeni yıldızların ve gezegenlerin tohumunu eker.

1 Ağır elementler daha sonra çöken moleküler bulutlara sokulur

2 Çöken gaz öbekleri ısınıp önyıldızları oluşturur

3 Kararlı termonükleer tepkimeli yıldızlar oluşur

4 Yıldızlar malzeme saçıp döngüyü tekrar başlatır

BİR ÇAY KAŞIĞI NÖTRON YILDIZI MALZEMESİNİN AĞIRLIĞI 5 MİLYAR TONDAN FAZLADIR

Güneş

Güneş en yakın yıldızımızdır. Bir sarı cücedir –ortalama büyüklükte bir yıldız– enerjisini nükleer füzyonla üretir. Güneş'in ömrünün yarısında olduğu tahmin edilmektedir ve olasılıkla beş milyar yıl daha kararlı kalacaktır.



Sıcaklığın 15 milyon °C'ye ulaştığı çekirdekdeki füzyon, Güneş'in bütün ışığını ve ısısını üretir

Radyasyon kuşağında fotonlar sonunda dışarıya kaçmadan önce bir parçacıktan diğerine zıplar

Sıcak plazma baloncuklarının dışarıya doğru hareket ettiği ısıyayım kuşağında sıcaklık 1,5 milyon °C'ye düşer

Güneş'in içi ve dışı

Güneş esas olarak plazma halinde helyum gazından ve hidrojenden oluşur; gaz o kadar sıcaktır ki, atomları elektronlarını yitirip iyonlaşır (bkz. s. 20-21). Güneş'in altı bölgesi vardır: İçeride, nükleer füzyonun gerçekleştiği, radyasyon ve ısıyayım kuşaklarıyla çevrili çekirdek vardır; dış tarafta görünür yüzey ya da fotosfer, kromosferle çevrilidir; en dış bölgeyse koronadır.



Güneş'in kütlesi
Güneş'in kütlesinin yaklaşık dörtte üçü hidrojendir. Güneş'in toplam kütlesi, Dünya'nın yaklaşık 333.000 katıdır.

Korona, Güneş'in en dış katmanı uzaya yayılır

Güneş lekeleri, fotosferin görece soğuk, koyu alanlarıdır; Güneş'in dışa doğru ısı aktarımını önleyen manyetik alanındaki yoğunlaşmalar buna neden olur

GÜNEŞ SİSTEMİNDE KUSURSUZ BİR KÜREYE EN YAKIN NESNE GÜNEŞ'TİR

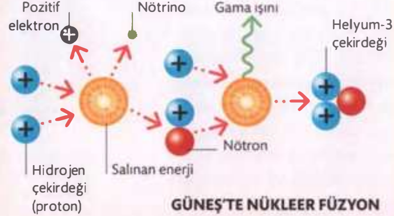


Güneş etkinliği ve dünya

Güneş'in yüzeyindeki etkinlikte değişiklikler dünyadan hissedilebilir. Bir koronal kütle atımında parçacıklar dünyaya ulaşınca, uzay araçlarının duvarlarından geçebilir (astronotlar için tehlike yaratabilir), uyduları bozabilir, enerji nakil hatlarında yüksek akımlara neden olabilir. Güneş lekesi etkinliği de dünyanın iklimini etkiler. Tepe noktasında güneş lekesi etkinliği, güneş radyasyonunda küçük bir artışa neden olur. Güneş lekelerinin olmadığı zamanlar, dünya tarihinde soğuk dönemlerle ilişkilendirilmektedir.

GÜNEŞ'İN ENERJİ KAYNAĞI

Güneş'in büyük kütlesi nükleer füzyonun gerçekleştiği çekirdekte muazzam basınç ve ısı yaratır. Her biri tek bir protondan oluşan hidrojen atomlarının çekirdekleri, diğer hidrojen çekirdekleriyle kaynaşıp bir helyum çekirdeği oluşturur. Süreçte diğer atom-altı parçacıklar ve radyasyon salınır – ayrıca çok büyük miktarda enerji.



GÜNEŞ'TE NÜKLEER FÜZYON

Püskürtü, güneş lekeleriyle ilişkili manyetik enerji salımından kaynaklanan yoğun bir radyasyon patlaması

Fışkırma, fotosfere bağlı kalmasına rağmen uzaya doğru uzanan bir plazma halkasıdır

Koronal kütle atımı, koronadan alışılmamış ölçüde büyük plazma salımıdır

Korona delikleri, plazmanın daha az yoğun, görece soğuk ve koyu olduğu alanlardır

Kromosfer Güneş'in atmosferinin ince bir tabakasıdır – tam güneş tutulması sırasında, Güneş'in etrafında kırmızı bir kasnak olarak görüyoruz

Sıcaklığın 5.500 °C olduğu fotosferden kaçan radyasyon, bize güneş ışığı olarak görünür

GÜNEŞ IŞIĞININ BİZE ULAŞMASI NE KADAR ZAMAN ALIR?

Bir fotonun Güneş'in çekirdeğinden yüzeyine çıkması birkaç yüz bin yıl alabilir. Ama ondan sonra fotonun Dünya'ya ulaşması yalnızca sekiz dakika alır.

Güneş sistemi

Güneş sistemi Güneş'ten –yerel yıldızımız– ve onun etrafında dönen sekiz gezegenden oluşur. Ayrıca 170'den fazla ayı, birkaç cüce gezegeni, asteroitleri, kuyrukluyıldızları ve diğer gök cisimlerini de içerir.

Nasıl oluştu?

Güneş sistemimiz, bulutsu denilen dondurucu bir gaz ve toz bulutu yoğunlaşıp dönmeye başlayınca doğdu (bkz. s. 190). Diskin sıcak merkezinde Güneş oluşurken, daha uzaktaki malzemeler ay ve gezegen oldu. Yalnızca kayaç malzeme Güneş'e yakın ısıya dayanıp iç gezegenleri oluşturdu; dondurucu gazlı maddeyse diskin dış bölgelerinde duran dış gezegenleri oluşturdu.

GÜNEŞ SİSTEMİ KAÇ YAŞINDADIR?

Güneş sistemi yaklaşık 4,6 milyar yaşındadır. Bu yaş, yeryüzüne düşen göktaşı malzemenin radyoaktif bozunumu ölçülerek hesaplandı.



Samanyolundaki yerimiz
Güneş sistemimiz, samanyolu galaksisinin bir iç kolunda yer alır. Güneş, 100-400 milyar yıldızdan biridir.



SATÜRN'ÜN YOĞUNLUĞU O KADAR DÜŞÜKTÜR Kİ, GEZEGEN SUYUN ÜSTÜNDE DURABİLİR



Jüpiter
En büyük gezegen Jüpiter'in, 300 yaşında bir fırtına olan dev bir kırmızı lekesi vardır.

779 milyon km Güneş'ten uzaklık

Jüpiter'in ayları
Jüpiter'in 69 ayı vardır; bunların en büyüğü Ganymede merkürden büyüktür. Europa ayının buz yüzeyinin altında sıvı su bulunduğu sanılıyor.

GÜNEŞ

Merkür
En küçük gezegen olan Merkür yörüngede saniyede 47 km yol alır.

58 milyon km Güneş'ten ortalama uzaklık
Çapı 4.879 km

Venüs
En sıcak gezegen Venüs o kadar yavaş döner ki, bir günü bir yılından daha uzundur.

108 milyon km Güneş'ten uzaklık
Çapı 12.104 km

Dünya
Dünya en yoğun gezegendir. Yüzeyinin yüzde 70'ini su kaplar.

150 milyon km Güneş'ten uzaklık
Çapı 12.756 km

Mars
Donmuş kızıl gezegende kütleçekimi Dünya'nın yaklaşık üçte biridir.

228 milyon km Güneş'ten uzaklık
Çapı 6.792 km



Asteroit Kuşağı
Mars'ın ve Jüpiter'in yörüngelerinin arasındadır. Cüce gezegen Ceres oradadır.



Neptün
Neptün'deki fırtınalar saatte 2.000 km hızla eser; en rüzgârlı gezegendir.

4.495 milyon km Güneş'ten uzaklık

Çapı 49.528 km

Uranüs
Güneş'ten en uzak gezegen olmamasına rağmen, Uranüs kaydedilmiş en düşük ısıya sahiptir.

2.872 milyon km Güneş'ten uzaklık

Çapı 51.118 km

Satürn
Satürn, güneş sisteminin en geniş halka sistemine sahiptir.

1.433 milyon km Güneş'ten uzaktık

Çapı 120.536 km

Çapı 142.984 km

Satürn'ün halkaları
Halkalar esas olarak yansıtıcılığı yüksek su buzundan oluşur; kayaç malzeme izleri de vardır. Asteroitlerle ya da kuyrukluyıldızlarla çarpışan bir ya da daha fazla ayın kalıntısı oldukları sanılıyor.

CÜCE GEZEGENLER

Pluton gibi cüce gezegenlerin küre bir cisim oluşturmaya, doğrudan Güneş'in etrafında dönmeye yeter kütleçekimleri ve kütleleri vardır. Bununla birlikte, diğer gezegenlerden farklı olarak, yörünge yollarını temizlememiş, yolu asteroitlerle ve kuyrukluyıldızlarla paylaşıyorlar.

PLUTON

Gezegen yörüngeleri

Bir gezegen Güneş'e ne kadar yakınsa, Güneş'in kütleçekiminden o kadar çok etkilenir ve yörünge hızı daha o kadar olur. Güneş'e en yakın gezegen Merkür en yüksek Güneş'ten en uzak gezegen Neptün en düşük yörünge hızına sahiptir. Her yörüngenin yolu, gezegenlerin birbirine uyguladıkları kuvvet nedeniyle biraz değişen bir elipstir.



Uzay enkazı

Güneş sistemi oluşurken, kaya ve buz parçaları farklı büyüklükte cisimler yarattı; bu cisimlerin en büyük olanları gezegen oldu. Bazı parçalar bazen yeryüzüne düşen kuyrukluyıldız, asteroit ve meteorit olarak kaldı.

Meteoroitler

Meteoroitler, asteroit ya da kuyrukluyıldız parçacıklarıdır. Bu küçük kaya ya da metal cisimler genellikle bir kum tanesi ya da çakıl büyüklüğündedir ama bir metreye kadar ulaşabilirler. Bir gezegenin atmosferine düşen ve düşerken akkorlaşan meteoritlere meteor denilir. Atmosfere girişi atlatıp yeryüzüne ulaşan parçalar göktaşı olarak bilinir. Meteorların yüzde 90 ila 95'i dünyanın atmosferinden geçerken yanar. Gökyüzündeki parlaklıkları, büyüklüklerinden çok atmosfere giriş hızlarıyla ilgilidir.

ÖLÜMCÜL BİR ÇARPMAYI DURDURABİLİR MİYİZ?

Bir kuyrukluyıldızı ya da asteroiti kireçle ya da kömürle tozlandırmak, güneş ışığıyla ısınan şeklini ve yörüngesini değiştirebilir. Bir nesnenin yakınında patlayıcı patlatmak yörüngesini daha hızlı değiştirebilir.



Asteroitler

Asteroitler esas olarak Mars'ın ve Jüpiter'in yörüngeleri arasında asteroit kuşağı olarak bilinen yerde Güneş'in etrafında dönen kaya ya da metal nesnelerdir. Pek çoğunun çapı 1 km'ye ulaşır ama bazıları –en büyük cüce gezegen Ceres gibi– 100 kilometreyi aşar ve önemli miktarda kütleçekimi kuvveti uygular. Jüpiter'in kütleçekimi, asteroitlerin birbiriyle birleşip gezegen oluşturmalarını önler.



Uzay çöpü

Minik boya parçalarından kamyon büyüklüğünde metal parçalara kadar uzanan milyonlarca insan yapımı nesne güneş sisteminde yüzüyor ve bunların çoğu dünyanın yörüngesindedir. Çok hızlı hareket eden ve sayıları artan uzay çöpleri, Uluslararası Uzay İstasyonu gibi insanlı uzay araçları için artan bir tehdit oluşturmaktadır. Venüs'ün, Mars'ın ve Ay'ın yüzeyinde terk edilmiş uzay araçları da vardır.

Kuiper Kuşağı ve Oort Bulutu

Kuiper Kuşağında, Neptün'ün yörüngesinin ötesinde disk şeklinde bir nesne kuşağında, gezegenler tarafından çekiştirilen buzlu cisimler kuyrukluyıldız olur. Dış güneş sisteminde buzlu döküntülerden oluşan büyük bir bulut küresinde, Oort Bulutunda yer alanlar, geçen yıldızların kütleçekiminden etkilenir.

Kuyrukluyıldız yörüngeleri
Kuyrukluyıldızlar, Güneş'in etrafındaki yörünge sürelerine göre sınıfladırılır. Kısa periyotlu kuyrukluyıldızların yörünge süresi 200 yıldan daha azdır ve kaynağı Kuiper Kuşağıdır. Uzun periyotlu kuyrukluyıldızların yürünge süresi 200 yıldan fazladır ve Oort Bulutundan gelir.





SAATTE 36.000 KM HIZLA HAREKET EDEN 10 CM BİR NESNE, 25 DİNAMİT LOKUMUNA EŞDEĞER BİR HASARA NEDEN OLABİLİR

Kara delikler

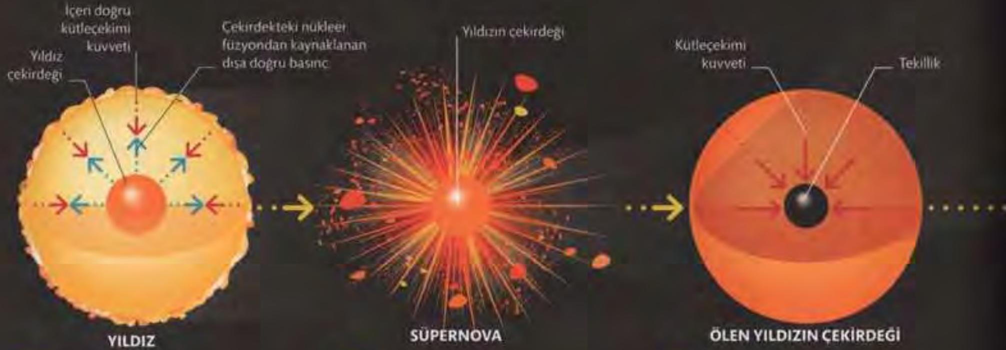
Bir kara delik, maddenin sonsuz yoğunlukta son derece küçük bir noktaya sıkıştığı uzay bölgesidir. O kadar yoğundur ki, kütleçekimi kuvveti hiçbir şeyin kaçmasına izin vermez. Işık bile içeri çekilir, kara delik görünmez olur – saptamanın tek yolu, çevresi üzerindeki etkisini gözlemlemektir.

EN YAKIN ŞÜPHELİ KARA DELİK YAKLAŞIK 3.000 IŞIK YILI UZAKTADIR



Tam çöküş

Pek çok kara delik, kütleli bir yıldızın (güneşin kütlesinin 10 katından fazla) ölümünün sonucu olarak oluşur. Kütleçekimiyle bir kara deliğe doğru çekilen madde, dönen, X-ışınları ve başka radyasyon türleri saçan bir disk oluşturur; bu disk astronomlarca saptanabilir.



1 Kararlı bir yıldız
Bir yıldızın çekirdeğindeki nükleer tepkimeler enerji ve dış basınç yaratır. Bunlar içe doğru çeken kütleçekimi kuvvetiyle dengeli olduğunda, yıldız kararlı kalır. Ama yakıt bitince kütleçekimi üstün gelir.

2 Patlayıcı ölüm
Nükleer tepkimeler durunca, yıldız ölür. Kendi kütleçekiminin ezici kuvvetine dayanamayıp çöker. Bu, yıldızın dış parçalarını uzaya saçan bir süpernova patlamasına da neden olur.

3 Çekirdek çöküşü
Süpernovadan sonra kalan çekirdek hâlâ kütleliyse (güneşin kütlesinin 3 katından fazla), durmadan büzülür ve kendi ağırlığı altında, tekillik denilen sonsuz yoğunlukta bir noktaya çöker.

KARA DELİK TİPLERİ

İki ana kara delik tipi vardır: Yıldız ve süper-kütleli. Yıldız kara deliği, büyük bir yıldız ömrünün sonunda süpernova olunca oluşur. Süper-kütleli kara delikler daha büyüktür ve galaksilerin merkezinde bulunur, etrafı çok sıcak, parıldayan maddeyle çevrilidir. İlkel kara delikler denilen üçüncü tip kara delikler, Büyük Patlamada oluşmuş olabilir. Eğer gerçekten var oldularsa, pek çoğu olasılıkla küçüktü ve hızla buharlaştı. Birinin bugüne kadar varlığını sürdürmesi için, en az büyük bir dağın kütlesiyle başlaması gerekirdi.



SÜPER-KÜTLELİ KARA DELİK
Olay ufku çapı: Güneş sistemi büyüklüğü kadar. Kütle: Milyarlarca Güneş kadar.

YILDIZ KARA DELİK
Olay ufku çapı: 30-300 KM. Kütle: 5-50 ton

İLKEL KARA DELİK
Olay ufku çapı: Küçük bir atom çekirdeği genişliğinde. Kütle: Bir dağın kütlesinden fazla



4 Bir kara delik doğar
Tekilliğin yoğunluğu o kadar büyüktür ki, etrafındaki uzay-zamanı bozar; ışık bile kaçamaz. Bir kara delik, kütleçekimi kuyusu denilen sonsuz ölçüde derin bir kuyu olarak iki boyutlu resmedilebilir.

SPAGETTİLEŞME

Bir kara deliğin olay ufkuna yaklaşınca, kütleçekimi o kadar dramatik artar ki, oraya doğru düşen nesneler gerilip uzun, spagetti benzeri iplere dönüşür. Bu "spagettileşme" sürecinde farazi bir astronot, ilk önce bacaklar olmak üzere parçalara ayrılırdı.



BİR KARA DELİK DÜNYAYI YOK EDEBİLİR Mİ?

Kara delikler uzayda dolaşıp gezegen yutmaz. Güneş bir kara delik olsa bile, Dünya içine düşmez; çünkü yeterince uzakta delik, Güneş'le aynı kütleçekimini sahip olurdu.

Galaksiler

Galaksiler milyarlarca yıldız, bulutsu denilen gaz ve toz bulutları ve bilinmeyen miktarda kara madde (bkz. s. 206-07) içeren kütleli sistemlerdir. Kütleçekimiyle bir arada tutulurlar. Bizim galaksimiz samanyolu olarak bilinir.

SAMANYOLU NE KADAR BÜYÜKTÜR?

Bir uçtan bir uca uzunluğu yaklaşık 100.000 ışık yılıdır ve diskin kalınlığı da 1.000 ışık yılı kadardır. Güneş sistemimizin merkezindeki kara deliğin etrafını 230 milyon yılda döner.

Samanyolu
Güneş sistemimiz, süper-kütleli bir kara deliğin etrafında dönen 100-400 milyar yıldız içeren büyük, çubuklu sarmal bir galaksinin Orion kolunda yer alır. Yandan bakılınca galaksimiz düz görünür, ortasında mavi bir şişkinlik ve yıldız kümelerini içeren hale bir bölgesi vardır.



SAMANYOLUNUN YANDAN GÖRÜNÜŞÜ

Galaksi tipleri

Gözlemlenebilir evrende yaklaşık iki trilyon galaksi vardır ama daha fazlası keşfedilebilir (bkz. s. 204-05). Üç ana galaksi tipi vardır: Eliptik, sarmal ve düzensiz. Bazı galaksiler bu tiplerin bileşimidir – merceksi galaksiler gibi. Kısmen elips, kısmen sarmal olan bu galaksiler düzdür ama açık sarmal kollardan yoksundur.



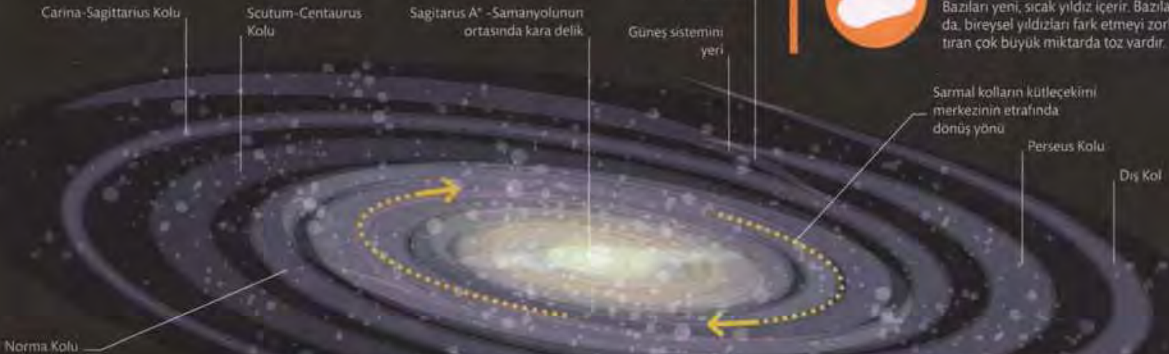
Sarmal galaksiler
Sarmal galaksiler, ortasında şiş bir çekirdek, sarmal kolları ve etrafında bir hale bulunan düz, dönen disktir. Çubuklu sarmallarda, kollar çekirdekten değil, daha çok merkezi bir çubuktan çıkar.



Eliptik galaksiler
Eliptik galaksilerin şekli yaklaşık küreden rugby topunun şekline kadar değişir ve ne kadar dairesel ya da düz olduklarına göre sınıflandırılırlar. Sarmallardan farklı olarak tek bir dönme eksenleri yoktur.



Düzensiz galaksiler
Bu galaksilerin simetrik yapıları yoktur: çekirdekleri küçüktür ya da hiç yoktur. Bazıları yeni, sıcak yıldız içerir. Bazılarında, bireysel yıldızları fark etmeyi zorlaştıran çok büyük miktarda toz vardır.

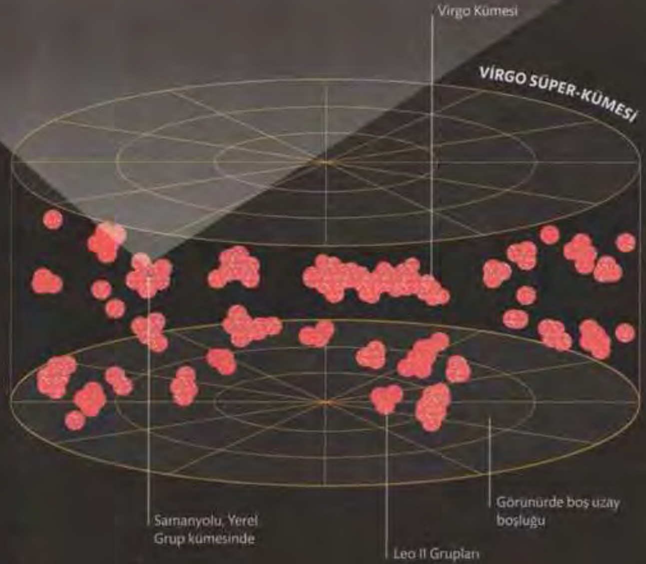


Çarpışan galaksiler

Galaksiler arasında çarpışma yaygındır – şu anda Samanyolu, Sagitarius Cüce galaksisiyle çarpışmaktadır. Ne var ki, yıldızlar arasındaki mesafe o kadar büyüktür ki, neredeyse hiç çarpışmazlar. Birbirinin yakınından geçen galaksiler birbirlerinin şeklini bozabilir ve etkileşimler her bir galaksideki gaz bulutlarını sıkıştırıp, yeni yıldız oluşumunu tetikleyebilir.

Galaksi çarpışması
Bu iki sarmal galaksi çarpışıp birbirlerinin ana sarmal kollarını çekiyor. Milyonlarca yıl sonra birleşip eliptik bir galaksi oluşturabilirler.





Virgo Süper-kümesi
Galaksimiz Yerel Grup denilen ve Virgo Süper-kümesinin bir parçası olan bir kümenin parçasıdır. Süper-kümeye, 2.000 kadar galaksi içeren Virgo Galaksi Kümesi egemendir.

AKTİF GALAKSİLER

Normal galaksilerden farklı olarak aktif galaksiler, her galaksinin merkezindeki süper-kütleli kara deliğin biriktirdiği malzemeden ötürü, yıldızlarının üretebildiğinden daha fazla enerji salar. Bazı aktif galaksiler enerjili parçacık jetleri gönderir.



ÇEKİRDEK VE SİMİT

Kümeler ve süper-kümeler

Galaksilerin dörtte üçü rastgele dağınık değil, bir araya toplanmıştır. Kozmik bir olağan ve kara madde filamentleri ağıyla birbirlerine bağlanırlar ve galaksi kümeleri, bu filamentlerin kesiştiği noktalarda oluşur. Galaksi kümelerinin çarpıştığı yerdeyse süper-kümeler oluşur. Bunlardan yaklaşık 10 milyon tane vardır. En büyüğü, Sloan Büyük Duvarı, 1,4 milyar ışık yılı genişliğindedir. Kara enerjinin bu süper-kümeleri sonunda parçalaması beklenmektedir.

Büyük Patlama

Pek çok astronom, evrenin 13,8 milyar yıl önce Büyük Patlama denilen bir olayda belirli bir başlangıcı olduğunu düşünür. Sonsuz derecede küçük, yoğun, sıcak bir noktadan başlayarak, tüm madde, enerji, uzay ve zaman oluştu. Büyük Patlamadan beri evren giderek büyümekte ve soğumaktadır.

BÜYÜK PATLAMADAN ÖNCE NE GELDİ?

Zaman Büyük Patlamayla başladıysa, hiçbir şey. Belki de evrenimiz, ana bir evrenin malzemesidir.

BUGÜN

Bazı galaksiler sarmal şekil almaya başlar

İlk yıldızlar oluşur

İlk yıldızlar oluşup ışık yaymaya başlayana kadar evren karanlıktı

BÜYÜK PATLAMADAN SONRA 2-3 MİLYAR YIL

BÜYÜK PATLAMADAN SONRA 500-600 MİLYON YIL

BÜYÜK PATLAMADAN SONRA 380.000 İLA 200 MİLYON YIL

Hidrojen atomu

Helyum-3 atomu

Döteryum atomu

Genişleyen uzay

Bilim insanları, evrenin genişlemekte olduğunu gözlemledi; demek ki, bir zamanlar daha küçüktü. İlk saniyesinin çok minik bir bölümünde, şişme denilen bir olayla evrenin parçaları ışık hızından daha hızlı büyüdü. Çok geçmeden genişleme hızı yavaşladı ama evren hâlâ büyüyor. Büyük ölçeklerde büyük nesneler birbirinden uzaklaşıyor – ve ne kadar uzak olurlarsa, uzaklaşma o kadar hızlı olur. Bu durum, kızıla kayma denilen bir etkide görülebilir.

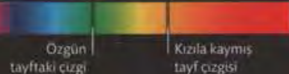
Kızıla kayma

Bir nesne gözlemciden ışık hızıyla uzaklaşırken, o nesneden gelen ışık dalgaları uzamış görünür. Bu, nesnenin tayfındaki çizgilerin kırmızı uca doğru kaymasına neden olur (bkz. s. 221). Bir nesnenin dünyadan uzaklığı, kızıla kaymanın büyüklüğünden hesaplanabilir.

Gözlemciden uzaklaşan galaksi

Galaksi gözlemciye daha kırmızı görünür

Dalga boyu uzar



Başlangıçta

Evren başlangıçta saf enerjiydi. Soğuyunca, enerji ve madde, kütle-enerji denilen yer-değiştirebilir bir haldeydi. Şişme bittikten sonra ilk atom-altı parçacıklar ortaya çıkmaya başladı. Bunların birçoğu artık yoktur ama kalıntıları, bugünkü evrende bulunan tüm maddeyi oluşturur. Yaklaşık 400.000 yıl geçtiğinde, ilk atomlar oluşmuştu.

Elektronlar atom çekirdekleriyle birleşip ilk atomları oluşturur

Proton ve nötron çarpışmaları ilk atom çekirdeğini oluşturur

İlk protonlar ve nötronlar, karşı-ptotonlar ve karşı-nötronlar oluşur

Temel kuvvetler ayrılmıştır ve fizik yasaları bugünkü gibidir

Şişme sona erince, bir parçacık ve karşı-parçacık denizi doğar

BÜYÜK PATLAMADAN SONRA 380.000 YIL

Hidrojen çekirdeği

Döteryum çekirdeği

Helyum çekirdeği

BÜYÜK PATLAMADAN SONRA 1-3 DAKİKA

Karşı-proton

Proton

Nötron

Karşı-nötron

BÜYÜK PATLAMADAN SONRA BİR SANİYENİN MİLYONDA BİRİ

Elektron

Pozitron

BÜYÜK PATLAMADAN SONRA BİR SANİYENİN TRİLYONDA BİRİ

Kuark

Karşı-kuark

Gluon

Foton

BÜYÜK PATLAMADAN SONRA 10^{-32} SANİYE

BÜYÜK PATLAMADAN SONRA 10^{-36} SANİYE

BÜYÜK PATLAMADAN SONRA 10^{-43} SANİYE

Şişme başlar ve evren şaşırtıcı bir hızla genişler

Kütleçekimi ortaya çıkan ilk temel kuvvettir

BÜYÜK PATLAMA

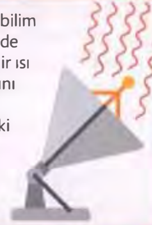
Büyük Patlama
Zamanın ilk saniyesinde temel kuvvetler ve atom-altı parçacıklar oluştu. Atoların ortaya çıkması için birkaç yüz bin yıl, yıldızların ve sonra galaksilerin gelişmesi için milyonlarca yıl geçecekti.



İLK SANİYESİNDE ERKEN EVREN, HİÇLİKTEN **MİLYARLARCA KİLOMETRE** BÜYÜKLÜĞE ULAŞTI

BÜYÜK PATLAMANIN KANITLARI

Büyük Patlama teorisini öneren bilim insanları, patlamanın, gökyüzünde bütün yönlerden gelen solgun bir ısı radyasyonunu geride bırakacağını öngürüyorlardı. 1964'te, New Jersey'de büyük, boru şeklinde iki radyo anteni kullanan Amerikalı iki astronom, kozmik mikrodalga ardalan denilen bu radyasyonu buldu.



Fizik yasaları

Parçacıklar arasındaki etkileşimi yöneten dört temel kuvvet (bkz. s. 26-27) başlangıçta yoktu, evren doğduktan hemen sonra oluştu. Büyük Patlamadan hemen sonra, Planck Dönemi olarak bilinen, madde ile enerjinin henüz ayrılmadığı zaman, tek bir birleşik kuvvet ya da süper-kuvvet vardı. Büyük Patlamadan sonra bir saniyenin trilyonda birinde, bu kuvvet elektromanyetizma, güçlü nükleer kuvvet, zayıf nükleer kuvvet ve kütleçekimi şeklinde ayrıldı.

SÜPER-KUVVET

BÜYÜK BİRLEŞİK KUVVET

ELEKTRO-ZAYIF KUVVET

GÜÇLÜ NÜKLEER KUVVET

ZAYIF NÜKLEER KUVVET

ELEKTROMANYETİZMA

KÜTLEÇEKİMİ

Evren ne kadar büyüktür?

IŞIK YILI NEDİR?

Bir mesafe (zaman değil) birimi olan bir ışık yılı, ışığın bir yılda katettiği mesafedir. Işık saniyede 300.000 kilometre hızla hareket eder; bu yüzden bir ışık yılı yaklaşık olarak 9,5 trilyon kilometredir.

Uzay sonsuz mudur? Evrenin şekli nasıldır? Astronomlar bu soruları yanıtlamamalarına rağmen, evrenin görebildiğimiz bölümünün büyüklüğünü tahmin edebiliyorlar. Kütle ve enerji yoğunluğunu inceleyerek uzayın geometrisiyle ilgili sonuçlar da çıkarabiliyorlar.

Gözlemlenebilir evren

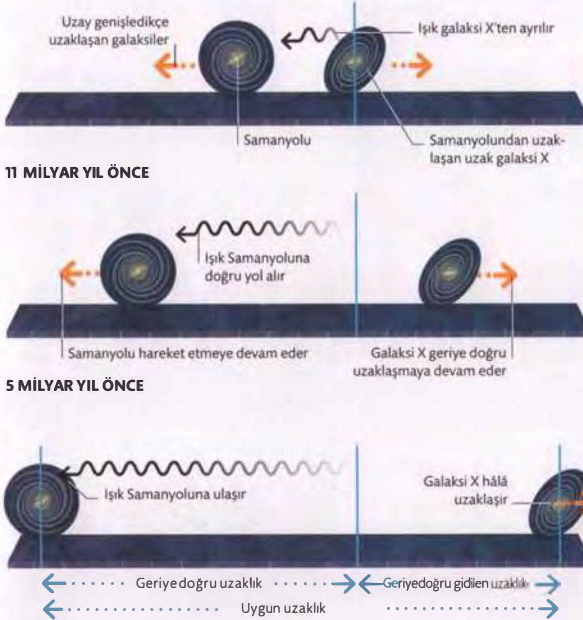
Uzayın görebildiğimiz ve inceleyebildiğimiz bölümüne gözlemlenebilir evren denilir. Dünya merkezli küresel bir bölge olarak, Büyük Patlamadan bu yana ışığın içinden geçip bize ulaşmaya vakit bulduğu uzay hacmidir. Bizden geriye doğru uzaklaşan bir nesne olarak ışık, uzayı geçip bize doğru gelirken tayfın kızıl ucuna doğru kaymalar gösterir (bkz. s. 202). Saptanabilir en fazla kızıla kayan ışık, 13,8 milyar ışık yılı uzaktan gelir. Bu bize, evrenin durağan olsaydı ne kadar büyük olacağını anlatır. Aynı zamanda 13,8 milyar yaşında olması gerektiğini de açıklar. Ama başladığından bu yana evrenin genişlemekte olduğunu biliyoruz.

EN UZAK GALAKSİLER, ÇIPLAK GÖZLE GÖRÜLÜR **EN SOLUK NESNELERDEN ON MİLYAR KAT DAHA SOLUK** GÖRÜNÜR



Genişleyen uzayda mesafe ölçmek

Uzay genişlediği için, uygun uzaklık denilen, uzaydaki bir nesneye gerçek uzaklık, geriye doğru uzaklık denilen, nesneden gelen ışığın bize ulaşmak için katettiği mesafeden daha büyüktür. Uzayın genişlemesi hesaba katılırsa, gözlemlenebilir evrenin kenarı yaklaşık 46,5 milyar ışık yılı uzaktadır.



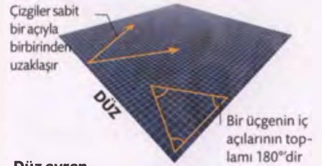
UZAY NE KADAR HIZLI GENİŞLİYOR?

Galaksilerin içi gibi görece küçük ölçeklerde, uzaydaki nesneler kütleçekimiyle birbirlerine sabit bir mesafede tutulurlar. Ama daha büyük ölçeklerde, uzayın genişlemesi, nesnelerin, şişen bir balonun yüzeyindeki noktalar gibi birbirinden uzaklaşması demektir. İki nesne ne kadar uzaksa, o kadar hızlı birbirinden uzaklaşırlar. En son ölçümler, bir megaparsek (yaklaşık 3 milyon ışık yılı) birbirinden ayrı iki nesnenin, saniyede yaklaşık 74 kilometre birbirinden uzaklaştığını gösteriyor.



Evren şekilleri

Evrenin üç olası geometrisi vardır. Her birinin uzay-zaman eğriliği farklıdır. Bu alışık olduğumuz türden bir eğrilik değildir ama iki boyutlu bir şekille gösterilebilir. Evrenimizin düz ya da düze yakın olduğu sanılmaktadır. Evrenin kaderiyle ilgili birçok teori bu geometrilere dayanır.



Düz evren
Düz bir evrenin iki boyutlu benzeri, bilinen geometri kurallarının gerçeklik olduğu bir düzlemdir. Örneğin paralel çizgiler asla buluşmaz.



Pozitif eğri evren
Uzay-zamanın pozitif eğri olduğu bir evren "kapalıdır," kütle ve kapsam bakımından sonludur. Bu iki boyutlu benzetmede paralel çizgiler küresel bir yüzeyde birleşir.



Negatif eğri evren
Bu senaryoda evren "açık" ve sonsuzdur. İki boyutlu benzetme, uzaklaşan çizgilerin giderek daha fazla uzaklaştığı semer seklinde bir uzaydır.

Kara madde ve kara enerji

Evrenin büyük bölümü, astronomların kara madde ve kara enerji dedikleri şeyden oluşur. Bu madde ve enerji tiplerini doğrudan gözlemleyemeyiz ama olağan maddeyle ve ışık dalgalarıyla etkileşimlerinden ötürü var olduklarını biliyoruz.

Kayıp kütle ve enerji

Kütle ve enerji, kütle-enerji denilen tek bir fenomenin iki biçimidir (bkz. s. 141). Astronomlar tüm evrenin kütle-enerjisini izleyip bulmaya çalışırken, çoğunun görülemez olduğunu fark ettiler. Ama görebildiğimizden daha fazla kütle olması gerekir; yoksa galaksi kümeleri paramparça olurdu. Daha fazla enerji de olması gerekir; çünkü bir şey kütleçekimine karşı koyuyor ve uzayın genişlemesinin hızlanmasına neden oluyor.

DÜNYANIN EN HASSAS KARA MADDE DEDEKTÖRÜ, 1,5 KM YERALTINDADIR

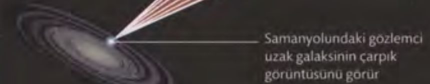


Ne kadarı kayıp?
Atomlardan oluşan normal görünür madde, evrenin kütle-enerjisinin yalnızca küçük bir oranını oluşturur. Geri kalanın büyük çoğunluğu kara enerjidir.

Kara madde

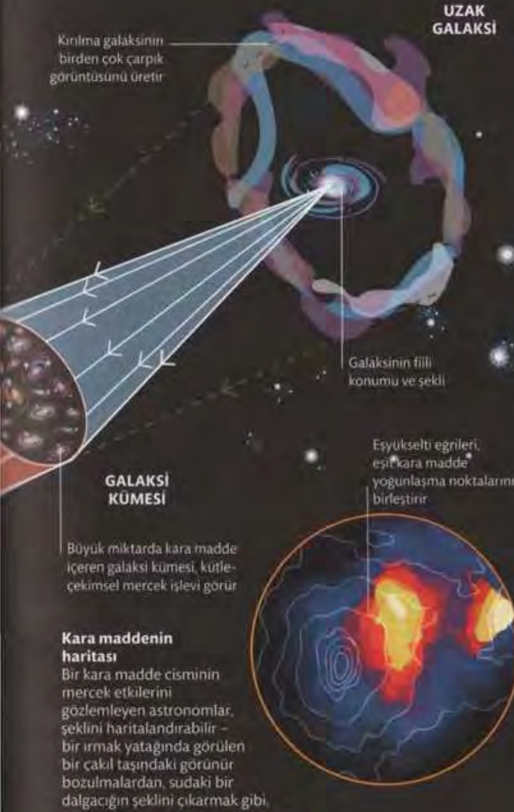
Kara madde, olağan ya da "baryonik" maddenin etrafında haleler oluşturur ama büyük ölçüde etkileşmez, ışığı yansıtmaz ya da emmez ve elektromanyetik radyasyonla saptanamaz. Bununla birlikte galaksiler ve yıldızlar üzerindeki kütleçekimsel etkileri ve ışık dalgalarının yolu üzerindeki bozucu etkileri gözlemlenebilir. Kara maddenin doğası bilinmiyor ama astronomların aldığını düşündükleri iki biçimine MACHO ve WİMP deniliyor.

Kütleçekimsel kırılma
Büyük bir kütle bir mercek gibi davranıp kütleçekimsel alanları çarpıtabilir ve bu durum ışık dalgalarının yolunu, dolayısıyla galaksilerin görünüşünü değiştirir. Zayıf kırılma etkisi galaksilerin şeklini uzatırken, güçlü etki konumlarını değiştirir, hatta ikiler.



MACHO'lar	WIMP'ler	
Bir kara madde kara delik ya da kahverengi cüce gibi yoğun nesnelerden -toplu olarak MACHO (Massive Compact Halo Objects -Kütleli Kompakt Hale Nesneler)- oluşur; o kadar az ışık yayarlar ki, ancak kütleçekimsel kırılmayla (bkz. yukarıda) saptanabilir. Bununla birlikte MACHO'lar, kara madde kütlesinin tamamını oluşturamaz.	Diğer farazi adaylar, Zayıf Etkileşen Kütleli Parçacıklardır (WIMPs -Weak Interacting Massive Particles); erken evrende yaratılan bu tuhaf parçacıklar, zayıf kuvvet (bkz. s. 27) ve kütleçekimi aracılığıyla etkileşir.	
	Sıcak	**Soğuk**
	Bu teorik kara madde biçimi, ışık hızına yakın yol alan parçacıklardan oluşur.	Pek çok kara maddenin, WIMP'ler gibi, soğuk olduğu sanılıyor - yavaş hareket eden bir madde biçimi.

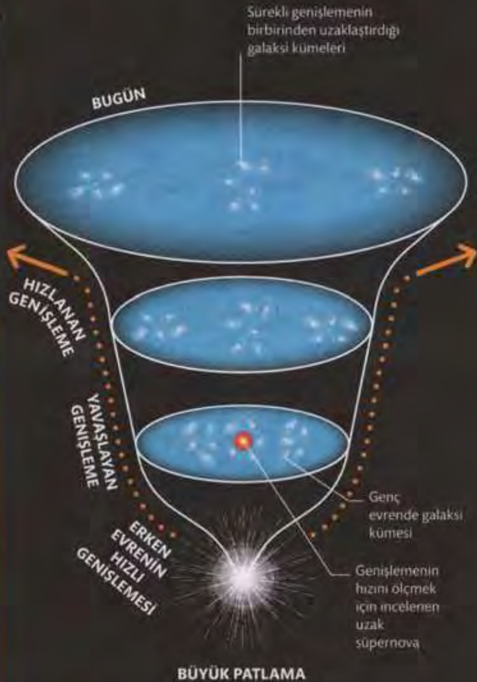




Kara maddenin haritası
Bir kara madde cisminin mercek etkilerini gözlemleyen astronomlar, şeklini haritalandırabilir – bir ırmak yatağında görülen bir çakıl taşındaki görünür bozulmalardan, sudaki bir dalgacığın şeklini çıkarmak gibi.

Kara enerji

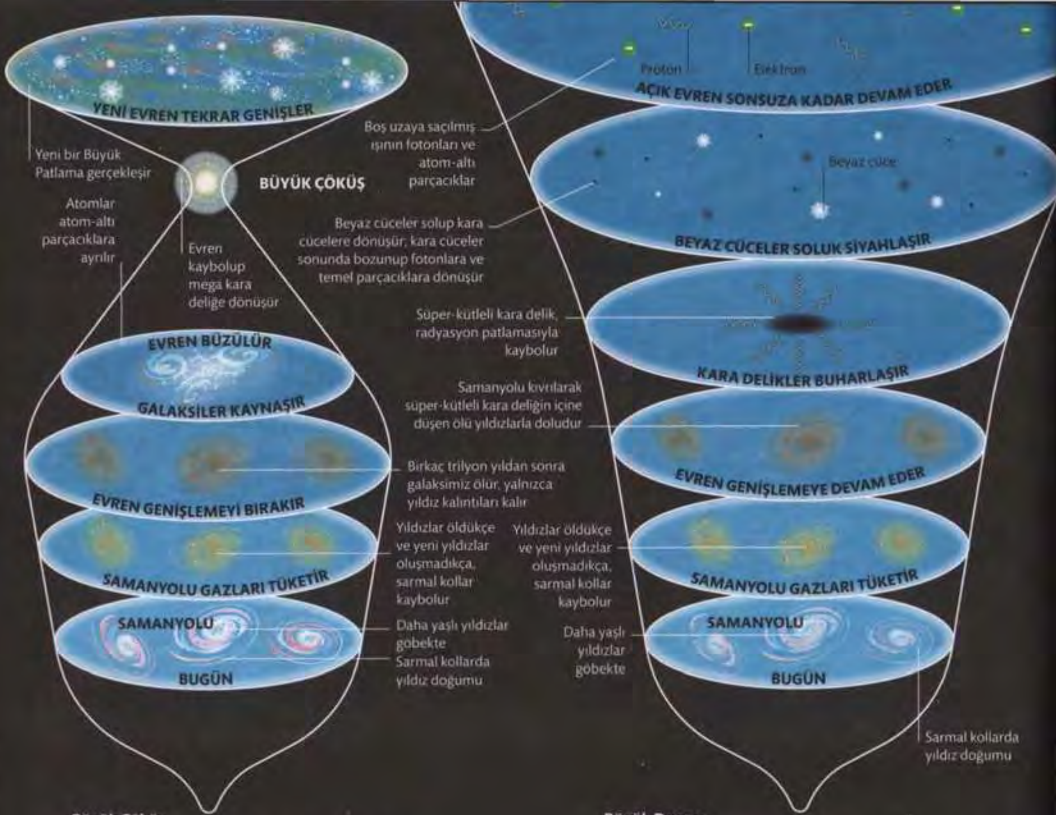
Uzak süpernovaların uzaklığına ilişkin ölçümler, evrenin genişlemesinin hızlandığını gösterdi. Bu bulgu kara enerji teorisine yol açtı – kütleçekimine karşı koyan ve hem evrenimizin düzlüğünü hem hızlanan genişlemesini açıklayan bir kuvvet. Kara madde erken evrene egemendi ama şimdi kara enerji evreni ele geçirmiş, evren genişledikçe etkileri artıyor.



Hızlanan genişleme
Büyük Patlamadan sonra ilk hızlı genişlemeyi bir yavaşlama izledi. Ama yaklaşık 7,5 milyar yıl önceden itibaren, hızla genişleyen eğrinin gösterdiği gibi, kara enerji kuvveti nedeniyle nesneler daha hızlı bir süratle birbirinden uzaklaştı.

DÜNYADA KARA MADDE VAR MI?

Evet var – olasılıkla. Bazı tahminlere göre, her saniye milyarlarca kara madde parçacığı vücudumuzdan geçmektedir.



Büyük Çöküş
Bazı kozmologlar, kara enerjinin zamanla zayıflayıp kütleçekimininin savaşı kazanmasına olanak vereceğine ve evrenin genişlemesinin durmasına ve büzülmesine neden olacağına inanıyor. Trilyonlarca yılda galaksiler çarpışacak, evrenin sıcaklığı artacak, yıldızlar bile yanıp kül olacak. Atomlar parçalanacak ve dev bir kara delik, kendisi de dahil her şeyi yutacak. Bazılarına göre parçacıkalrı birbirine şiddetle çarpıca, ikinci bir Büyük Patlama gerçekleşek -Büyük Sekme.

Büyük Donma
Büyük soğuma teorisine göre evren, enerji ve madde bütün evrene eşit yayılana kadar genişleyecek. Sonuç olarak, yeni yıldız yaratmaya yetecek kadar yoğunlaşmış enerji olmayacak. Sıcaklık mutlak sıfıra inecek, yıldızlar ölecek ve evren karanlığa gömülecek.

Nasıl son bulur?

Evrenin nihai kaderi belirsizliğini koruyor. Çöküp yeni bir Büyük Patlamayla mı biteceği, soğuk ve sessiz bir kapanış noktasına mı geleceği, şiddetli ve kalıcı bir sonla mı karşılacağı, sonsuza kadar genişleyip genişlemeyeceği, bilimsel spekülasyon konusudur.

EVREN NE ZAMAN SON BULABİLİR?

En olası senaryolarda evrenin son bulması milyarlarca yıl gerçekleş-meyecek. Bununla birlikte, Büyük Değişim her an gerçekleşebilir.

PARÇALARA AYRILMIŞ GÜNEŞ SİSTEMİ

GEZEGENLER VE YILDIZLAR PATLAR

ATOMLAR DAĞILIR

Higgs alanı gerçek durumuna ulaşıp, evrenimizin yerini alternatif bir evren alır

Yıldızlardan atomlara kadar bütün yapılar parçalara ayrılır

GERÇEK VAKUM

Gerçek vakum baloncuk genişler

Gerçek vakum baloncuğu ortaya çıkar

PARÇALARA AYRILAN SAMANYOLU

Genişleme ışık hızına ulaşınca, kara enerji galaksileri parçalara ayırır

SAMANYOLU

BUGÜN

Kara enerji evrenin genişlemesinin hazlın-masına neden olur

SAMANYOLU

BUGÜN

Evren gerçek halinde değildir

SAHTE VAKUM

Büyük Yırtılma
Büyük Yırtılma olarak bilinen bir senaryoda Evren sonunda yırtılacak. Galaksiler arası uzay kütleçekimine karşı koyan kara enerjiyle doluysa, evren giderek artan bir hızla genişlemeye devam edecektir, sonunda da ışık hızına ulaşır. Kütleçekiminin artık sınırlayamadığı evrendeki tüm madde, galaksiler, kara delikler, hatta uzay-zamanın kendisi, yırtılacak.

Büyük Değişim
Büyük Değişim teorisi, Higgs bozonu parçacığı ve en düşük enerji ya da "vakum" durumuna henüz ulaşmadığı düşünülen Higgs alanıyla -biraz her yerde bulunan elektromanyetik bir alan- ilgilidir. Higgs alanı gerçek vakum durumuna ulaşsa, maddeyi, enerjiyi ve uzay-zamanı köklü bir biçimde dönüştürüp, ışık hızında bir baloncuk gibi yayılan alternatif bir evren yaratabilir. Evrendeki her şey, şimdiki biçimiyle, son bulur.

Şimdiki evrenimiz

Evren yaklaşık 14 milyar yıl önce oluştuğundan beri durmadan genişlemektedir. Galaksiler birbirlerinden uzaklaşmaya devam ediyor ve uzak süpernova gözlemleri, genişlemenin hızlandığını gösteriyor. Bu, kara enerji olarak bilinen (bkz. s. 206-07), kütleçekimine karşı koyan negatif basınçlı bir kuvvetin varlığını ima eder. Eğer bu kuvvet önemli bir rol oynuyorsa, evrenimizin en olası kaderi sonsuz genişlemedir.

HIGGS BOZONU PROTON KÜTLESİNİN YAKLAŞIK **130 KATIDIR**, BU DURUM ONU **OLDUKÇA KARARSIZLAŞTIRIR**

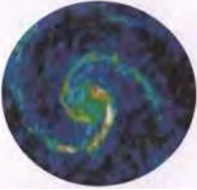


Evreni görmek

Astronomlar en eski zamanlardan beri, başlangıçta çıplak gözle ve daha yakın zamanda, uzayda en uzak ışık dalgalarını saptayabilen gelişmiş donanım kullanarak uzaya baktılar.



SARMAL GALAKSİ



Radyo dalgaları
En uzun ışık dalgası olan radyo dalgalarını birçok nesne, Güneş, gezegenler, galaksiler ve bulutsular yayar. Pek çoğu Dünya'nın atmosferini geçip yeryüzüne ulaşır.



Kızılötesi ışık
Kızılötesi ışık, Güneş'in sıcaklığı gibi ısı enerjisidir. Evrendeki her şey enerjisinin bir kısmını kızılötesi ışık olarak saçar. Büyük bölümü Dünya'nın atmosferince emilir.



Görünür ışık
Astronomlar görünür ışık yayan nesneleri dünyada teleskop kullanarak görebilir ama ışık kirliliği ve atmosfer parazitleri olmadan daha berrak görüntüler elde edilir.

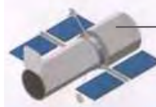


Morötesi ışık
Güneş ve yıldızlar, büyük bölümü Dünya'nın ozon tabakasınca engellenen morötesi ışık (UV) yayar. UV ışığı incelemek, galaksilerin evrimi ve yapısı hakkında bilgi verebilir.

Tayf
Sarmal galaksi gibi karmaşık bir nesne, tayf genelinde radyasyon yayar. Astronomlar olabildiğince çok şey öğrenmek için, tayfı bir dizi aletle inceler.



WMAP uydusu mikrodalga radyasyonu ölçüp, erken evrenin bileşimini açığa çıkardı



"Hubble teleskopu kızılötesi, görünür ve morötesi ışık yakalayarak uzak yıldızların, bulutsuların ve galaksilerin görüntülerini aldı."

600 KM

Güneş'ten gelen morötesi radyasyonun bir kısmı atmosferden geçer. Güneş yanığı ve deri kanseri gibi zararlı etkiler üretebilir

Görünür tayfta kırmızı en uzun dalga boyuna, mor en kısa dalga boyuna sahiptir

10 KM

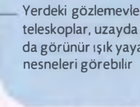
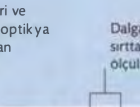
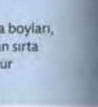
Radyo teleskopları, yoğun radyo dalgaları noktalarını haritalandırarak görüntü üretir

Yerdeki gözlemevleri ve teleskoplar, uzayda optik ya da görünür ışık yayan nesneleri görebilir

Dalga boyları, sırttan sırta ölçülür





RADYO DALGALARI | MİKRODALGALAR | KIZILÖTESİ | GÖRÜNÜR | MORÖTESİ

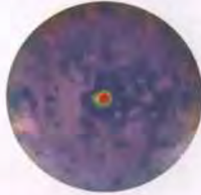


Işığı görmek

Elektromanyetik tayf, hepsi ışık formları olarak nitelenebilen, farklı dalga boylarında kesintisiz bir radyasyon tipleri yelpazesidir. Dalga boyuna bağlı renk olarak görünen görünür ışığı da kapsar ama radyo dalgaları ve X-ışınları gibi insan gözünün göremediği çeşitli formları da içerir. Her biri uzayda ışık hızıyla yol alır.



X-ışınları
X-ışınlarını kara delikler, nötron yıldızları, çift-yıldız sistemleri, süpernova kalıntıları, Güneş, diğer yıldızlar ve bazı kuyrukluyıldızlar yayar. Pek çoğu Dünya atmosferince engellenir.



Gama ışınları
En küçük ve en enerjik dalgalar, gama ışınlarını nötron yıldızları, pulsarlar, süpernova patlamaları ve kara deliklerin etrafındaki bölgeler üretir.



Chandra X-ışını Gözlemevi'nin sekiz aynası gelen X-ışınlarını, diğer aletlerin keskin görüntüler yakaladığı bir noktaya odaklar



Fermi teleskopunun gama ışınları yakalamak için metal ve silikon örtülü kuleleri vardır

HUBBLE TELESKOPU, 13,4 MİLYAR IŞIK YILI UZAKTAKİ NESNELERİ GÖRÜYOR



Ultra saf su tankları, yoğun gama ışını patlamalarının neden olduğu elekromanyetik çağlayanları saptayabilir

X-IŞINLARI GAMA IŞINLARI

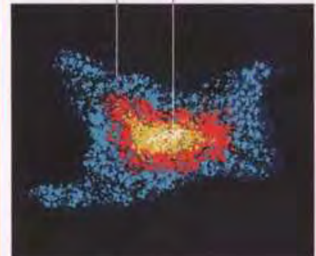
Spektroskopi

Bir elementin atomları, ısıtılınca spesifik dalga boylarında ışık yayar. Spektroskopi denilen bir teknikle, bir nesneden gelen ışık bir prizma kullanılarak bölünür; sonra tayf denilen dalga boyları örüntüsü, nesnede hangi atom tipleri olduğunu görmek için incelenir. Bilim insanları uzak nesnelerin neden meydana geldiğini bu şekilde anlayabiliyorlar.



SAHTE RENK GÖRÜNTÜLEME

Gözlerimiz tayfın yalnızca dar bir bölümünden gelen ışığı saptayabilir. Bu aralığın dışında toplanan radyasyonu kullanarak görüntü yaratmak için astronomlar görebildiğimiz renkleri kullanarak, değişik radyasyon yoğunluğu düzeylerini temsil ederler. Bu, sahte renk görüntüleme olarak bilinir.



MORÖTESİYLE BULUTSU

Yalnız mıyız?

Binlerce öte-gezegen –güneş sisteminin dışındaki gezegenler– bulduk. Galaksimizde potansiyel olarak yaşanabilir on milyarlarca gezegen bulunması gerektiğini de hesaplayabiliyoruz. Öteki dünyalarda yaşam bulabilir miyiz?

Başka bir dünya bulma

Astronomların öte-gezegen saptamaya çalışmalarının bir yolu, yıldızların üzerinde yaratabilecekleri minik etkileri araştırmayı gerektirir. Büyüklük ve yıldızına uzaklık bakımından dünyaya benzer bir gezegen bulunursa, atmosferini çözümleyerek yaşam için gerekli öğelerin bulunup bulunmadığı söyleyebiliriz. Keşfedilen öte-gezegenlerin çoğu dünyaya benzemez.

Goldilocks kuşağı

Yaşanabilir kuşağa Goldilocks kuşağı da denilir – Goldilocks'un ne çok soğuk ne çok sıcak olan, "tam kararında" yulaf lapası tercih ettiği peri masalına bir gönderme. Goldilocks bir gezegende sıvı yüzey suyunu sürdürecek uygun bir sıcaklık olacak ama yaşamın gelişmesi için başka ölçütler de karşılanmalıdır (bkz. aşağıda). Bununla birlikte, bu kuşakların dışında da büyük miktarda sıvı yüzey suyunun bulunabildiği düşünülüyor.

SICAK GAZ DEVLERİ

Bazı öte-gezegenler, yıldızlarına çok yakın yörüngede dönen, atmosferlerinde aşırı hava koşulları üreten gaz devleridir – jüpiter gibi

ERİMİŞ DÜNYALAR

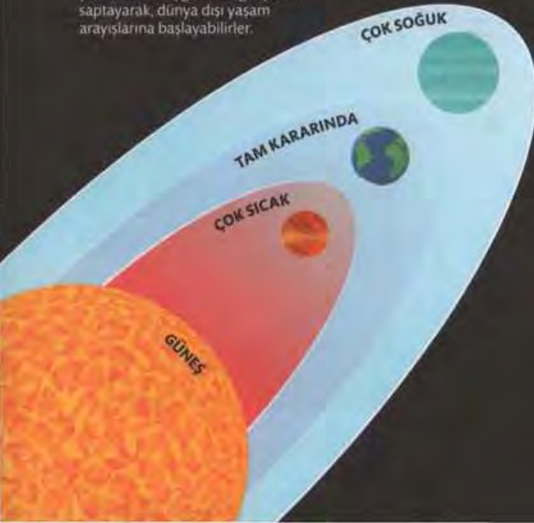
Yeni sıcak gezegen, güneşlerine yakın oldukları ya da büyük bir çarpışma yaşadıkları için yüzeyleri lav olabilen öte-gezegenler vardır.

BUZ DÜNYALAR

Güneş sistemimizin donmuş uydularının daha büyük versiyonları olan bu tuhaf dünyaların su, amonyak ve metandan oluşan buzlu bir yüzeyleri vardır.

Yaşanabilir kuşaklar

Bir yıldıza yakın yaşanabilir kuşak ne çok yakın ne çok uzak, potansiyel yaşam için ideal bir noktadır. Astronomlar uygun yıldızların ve uygun aralığın yerini saptayarak, dünya dışı yaşam arayışlarına başlayabilirler.



Bir gezegeni yaşanabilir yapan nedir?

Bir gezegende yaşamın gelişebilmesi için birçok ölçüt vardır. Temel ölçütler sıcaklık ve sudur.



Doğru sıcaklık
Ilıman bir yüzey sıcaklığı gereklidir. Gezegen yıldıza çok yakın olursa kaynar, çok uzak olursa donar.



Yüzey suyu
Sıvı yüzey suyu ya da nem (ya da benzer bir işlevi yerine getirebilen başka bir sıvı) olmalıdır.



Güvenlik güneş
En yakın yıldız kararlı kalmalı ve kayaç bir gezegende yaşamın gelişmesine yetecek kadar uzun süre ışımalıdır.



Elementler
Karbon, nitrojen, oksijen, hidrojen ve kükürt gibi yaşamın yapıtaşları bulunmalıdır.



Dönme ve eğiklik
Eğik bir eksende dönen bir gezegenin, aşırı bölgesel sıcaklıkları önleyen gündüzleri, geceleri ve mevsimleri vardır.



Atmosfer
Yoğun bir atmosfer radyasyondan korur, gazların akışını önler ve ısıyı tutar.



Erimiş çekirdek
Erimiş çekirdekli bir gezegen, uzay radyasyonuna karşı potansiyel yaşamı koruyan manyetik bir alan yaratabilir.



Yeterli kütle
Kütlesi yeterli bir gezegen, atmosferini tutmak için gerekli kütleçekimini uygular.



Akıllı yaşam arayışı

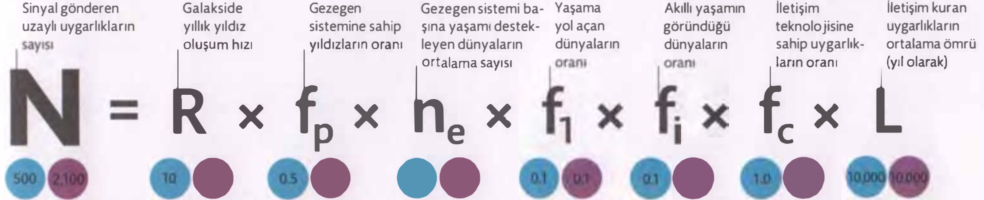
Akıllı yaşam saptamanın bir yolu, dinlemektir. SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence –Dünya-dışı Zekâ Arayışı), gelişmiş uzaylı yaşamın işareti olan radyo ya da optik sinyaller arayan bir kuruluştur. Radyo teleskopları, yapay bir kaynağa işaret eden dar-bant radyo sinyalleri arıyor. Bilim insanları, yalnızca nano saniyeler süren çok kısa ışık parıltıları da arıyor. Şimdiye kadar doğrulanabilir bir işaret saptanmadı.

SETI
SETI'nin California'daki Allen Teleskop Dizisi, öte-gezegen avlayan Kepler Uzay Teleskopu'nun topladığı verilere dayanarak gökyüzünde özel alanları hedefliyor.



ANAHTAR
- Drake'in 1961 tahminleri
- Yakın zaman tahminleri

Drake denklemi
Astronom Frank Drake'in 1961'de önerdiği bu denklem, galaksimizde var olması muhtemel ve iletişim kuran uygarlıkların sayısını tahmin etmek için kullanılır.



Herkes nerede?

Potansiyel olarak yaşama uygun milyarlarca gezegen vardır ve Samanyolunun oluşumundan bu yana ileri bir uygarlığın kolonileştirmesine yetecek kadar zaman geçmiştir. O halde neden henüz ilişki kuramadık? Belki de, yaşam aslında o kadar enderdir ki, evrende yalnız olabiliriz.



Fermi paradoksu
Fizikçi Enrico Fermi, dünya-dışı uygarlıkların olma olasılığının yüksekliği ile varlıklarına ilişkin kanıtlardan yoksun oluşumuz arasındaki karşıtlığa dikkat çekti.

Çok uzaktayız
Uzay genişlediği için, uzayda ya da zaman bakımından çok uzakta olabiliriz.

Dinlemiyoruz
Uzaylılar hayal edilemez biçimlerde iletişim kurarken doğru şeyleri dinlemiyor ya da onları yeterince uzun dinlemiyor olabiliriz.

Akıllı yaşam kendini yok eder
Uygarlıkların belli bir noktaya ulaşınca kendilerini yok etmeleri –ya da öteki akıllı yaşamları yok etmeleri– olasıdır.

Yaşamı saptayamıyoruz
Öteki uygarlıklar kendilerini gizliyor ya da bizimle iletişim kurmak için gerekli ileri teknolojiden yoksunlar.

Önemsenmiyoruz
Uzaylılar, bizim için ya da kendileri için iyi olmayacağını düşünerek bize yaklaşmamayı tercih ediyor olabilirler.

Gördüğümüzde akıllı yaşamı tanımıyoruz
Uzaylı yaşamı o kadar farklıdır ki, bulsak bile saptayamıyoruz.



3.500'DEN FAZLA ÖTE-GEZEGENİN VARLIĞI DOĞRULANDI

Uzay uçuşu

Bütün uzay araçları, başlangıçta bir güç patlamasından kaynaklı balistik bir seyir izleyen mermidir. Serbest düşüş halinde, büyük gök cisimlerinin kütleçekiminin insafına kalırlar ama bazıları, küçük yönlendirme roketleriyle rotalarını biraz ayarlayabilir.

Uzayda serbest düşüş

Bir uzay aracı Dünya'dan fırlatıldıktan sonra, aslında uçmuyor, düşüyor. Uzayda astronotlar hâlâ kütleçekiminin –Dünya'nın ya da Güneş'in– etkisi altındadırlar ama bu cisimlerin etrafında düşerken ağırlıksızlık yaşarlar. Yörüngede dönen bir uzay aracı Dünya'nın etrafında düşer ama asla çarpışmaz; çünkü ileri doğru hızı, kütleçekimiyle birleşip Dünya'nın eğrisini izleyen eğri bir yol, yani gidimizi (parkur) üretir.



VOYAGER 2 NEPTÜN'ÜN UYDUSU TRİTON'UN GÖRÜNTÜLERİNİ YAKALAMAK İÇİN **NEPTÜN'ÜN KÜTLE ÇEKİMİNİ** KULLANARAK YAVAŞLADI



Kurtulma hızı

Yeterince hızlı fırlatılan bir nesne Dünya'nın kütleçekiminden kurtulabilir ve uzayın içine açık bir eğriyi izleyerek başka bir gök cisminin etrafına düşebilir. Bir uzay aracının başlangıçtaki fırlatma gidimizi ve hızı çok önemlidir. Örneğin araç Ay'a çok yüksek hızla fırlatılırsa, ayın zayıf kütleçekimi geçip gitmesini durduramayacağı için, inişte yavaşlayamayabilir.





DÜNYA

DÜNYA YÖRÜNGESİ

AY

3 Dünya'nın yörüngesinden ayrılma
Kalkışta tam kararında bir itme miktarıyla, bir uzay aracı Dünya'nın kütleçekiminden kurtulabilir ve onu Ay'a kontrollü bir yaklaşmaya doğru yönlendiren eğri bir gidimizini izleyebilir.

2 Yörüngesine ulaşma
Tam kararında hızla fırlatılan bir uzay aracı, onu Dünya'nın yörüngesine götüren bir gidimizine ulaşır. Dünya'nın kütleçekimini dengeleyen bir yörünge hızına ulaşarak konumunu sürdürür.

Sapanlar

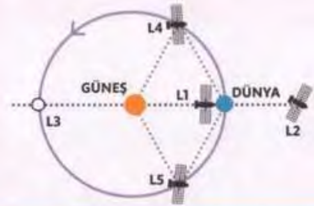
Uzayda yol alan bir araç yön değiştirmek, hızlanmak ya da yavaşlamak için bir gezegenin etrafındaki yörüngeyi kullanarak zaman ve yakıt tasarrufu yapabilir. Gezegenin kütleçekimi uzay aracını çeker ve gezegenin yüzeyine yaklaştıkça, topladığı hız artar. Bu manevraya sapan ya da kütleçekimi yardımı olarak bilinir.

Çoklu yardım
Gezegenlerarası uzay aracı Voyager 2 Jüpiter, Satürn, Uranüs ve Neptün sapanlarını kullanarak dış güneş sistemine ulaştı.



PARK YERLERİ

Beş Lagrange noktası (L1-L5) uzayda küçük bir nesnenin iki büyük cismin ortak kütleçekimsel kuvvetinden yararlanarak iki büyük cisme göre kararlı bir konumu sürdürebildiği noktalardır. Örneğin L1'de bir nesne hem Güneş'e hem Dünya'ya doğru eşit kuvvette çekilir. Bu konumlar, uzayda uyduların "park etmesi" için iyi yer olabilir.



Uzayda yaşamak

Uzay düşman ve yabancı bir ortamdır. Radyasyonu düşürecek koruyucu atmosferin olmadığı bir boşlukta yol alan astronotlar, serbest düşüşten kaynaklanan görünür ağırlıksızlıkla da başa çıkmalıdırlar. Zaman gibi varsayılan değişmezler bile veri kabul edilemez.

Ağırlıksız dünya

Astronotlar ve araçlarındaki her şey sürekli bir serbest düşüş halindedir – ya yörüngede dünyanın "etrafına düşer" ya da daha büyük bir yörüngede güneşin etrafına serbest düşer. İnsan vücudu ağırlıksızken çok sayıda baskıya maruz kalır (bkz. 218-19) ve malzemeler çok farklı davranır – örneğin su akmaz, sıcak hava yükselmez. Bu nedenle astronotları bir uzay aracında güvenli ve sağlıklı tutmak özenli hazırlığı ve olağan çevrelerini ve davranışlarını epeyce ayarlamalarını gerektirir.



Uzayda yaşam
Bir uzay aracında gündelik faaliyetler karmaşıklaşabilir ama astronotlar hem fiziksel hem zihinsel olarak zinde kalmak için dünyadakilere denk gündelik rutinlerini sürdürmeyi hedefler.



Mikro-kütleçekimi
Astronotlar yüzeyleri hafif ittirerek uzay aracında hareket ederler. Uluslararası Uzay İstasyonu, astronotların tutunması için el ve ayak tutamaklarıyla donatılmıştır.



Uzay tuvaleti
Uzaydaki tuvaletler vakum ağızları kullanır ve idrarı içme suyu olarak geri dönüştürür. Dışkı, uzayda bir mermi haline gelmesin diye, atılmaz depolanır.



Yangın
Sıcak hava uzayda yükselmediği için, alevler küre şeklinde yanar. Yangın durumunda astronotlar hızla havalandırmayı ayarlamalı ve yangın söndürücüleri kullanmalıdır.

Baş ve boyun için bağlama kayışları olan uyku tulumu

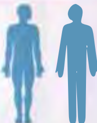
UYKU

MİKRO-KÜTLEÇEKİM

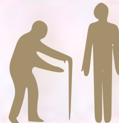
El ya da ayak tutamağı

İKİZ PARADOKSU

Bu bilmecede, ikizlerden biri dünyadan ayrılır ve ışık hızına yakın ya da güçlü bir kütleçekimi alanına yakın yolculuk yaptık tan sonra eve dönünce, ikizinin daha hızlı yaşlandığını görür. Özel görelilik (bkz. s. 140-41), uzay yolcusunun zaman deneyiminin ikizinine göre nasıl yavaş olduğunu açıklar.



UZAY YOLCULUĞUNDAN ÖNCE



UZAY YOLCULUĞUNDAN SONRA



Uzayda uyuma
Kütleçekimi yoksa, uzanmanın bir anlamı yoktur. Astronotlar uyku tulumlarına bağlanır ve kollarını sabitler. Boynun üzerindeki gerginliği azaltmak için başlarını da bağlayabilirler.



Hareketsiz hava
Havalandırma olmadan hava dolaşmaz; karbondioksit başın etrafında toplanır ve sıcak hava vücudun etrafında kalır. Ter buharlaşmaz.

Su
Su akmaz ama yüzey gerilimi nedeniyle küreler halinde toplanır. Astronotlar kuru duş almak ve bulaşık için el bezi kullanmak zorundadırlar. Pipetle ya da özel tasarım kupalarla su içerler.

UZAYDA NE KADAR UZUN SÜRE YAŞAYABİLİRİZ?

Hâlâ kendi sınırlarımızı arıyoruz. Rekoru elinde tutan Rus kozmonot Valeri Polyakov, 1994-95'te Mir Uzay İstasyonunda 437 gün kaldı.

Gıda
Astronotlar suyu alınmış gıdalarını yenilebilir yapmak için sıvı ekler. Tabaklar ile çatal ve kaşıklar tepsiye bağlıdır ama gıdanın yüzey gerilimi nedeniyle, gıdalar tabaklara yapışır, etrafta yüzmez.

BİR ASTRONOT UZAYDA YAŞARKEN BOYU 3 CM'YE KADAR UZAYABİLİR

Uzayda radyasyon

Radyasyon, uzayda yol alan elektromanyetik (EM) dalgalardan ve elektrik yüklü parçacıklardan ibarettir. Dünyada bunların çoğundan atmosfer bizi korur ama astronotlar alçak dünya yörüngesinin ötesine geçince, radyasyon ciddi bir tehlike oluşturmaya başlar. Radyasyon iyonlaştırıcı ya da iyonlaştırıcı olmayan olabilir. İyanlaştırıcı radyasyon atomların elektronlarını soyar; bu da hücrelerin ölmesine ya da üreme yeteneklerini kaybetmelerine ya da mutasyonların gerçekleşmesine neden olur.



Dünya'nın hapsedilmiş radyasyonu
Radyasyonun bu iyonlaştırıcı biçimine, Dünya'nın atmosferine hapsolan yüklü parçacıklar neden olur. Alçak Dünya yörüngesinin yukarısına hapsolan radyasyon alanlarına, Van Allen Radyasyon Kuşakları denilir.



Güneş parçacık radyasyonu
İyonlaştırıcı bu radyasyona, Güneş'in yüzeyinden saldığı enerjili parçacıklar neden olur. Astronot giysileri ve donanımı için koruyucu malzeme kullanılarak bu radyasyon tipinden korunabilir.



Morötesi radyasyon
Morötesi (UV) radyasyon iyonlaştırıcı değildir; parçacıklar atomlara enerji vermesine rağmen, elektronlarını soymazlar. Uzay aracı dışında yansıtıcı vizörler ve mat giysiler giyerek UV radyasyon kolayca geçiştirilebilir.



Kozmik radyasyon
Bu iyonlaştırıcı radyasyon kozmik ışınlar –süpernovalardan geldiği düşünülen yüksek enerji yüklü parçacıklar ve nötron yıldızı gibi nesnelerden gelen X-ışını gibi yüksek enerjili EM radyasyonu– içerir. Bunlardan korunmak için kalın koruyucu kalkanlara ihtiyaç vardır.

Öteki dünyalara yolculuk

Uzay yolculuğunun insan vücudu ve zihni üzerinde önemli bir etkisi vardır; astronotlar çeşitli fiziksel rahatsızlıklara ve potansiyel sağlık risklerine katlanırlar. Yeni bir gezegeni kolonileştirmeye gidenlerin iyi hazırlanmaları ve riskleri en aza indirmek için etkin önlemler almaları gerekir.



UZAY YOLCULUĞU ÖMRÜ KISALTIR MI?

Radyasyona maruz kalmak, uzay yolculuğunun en tehlikeli yanıdır. Bağışıklık sistemine zarar vererek ve kanser riskini artırarak insan ömrünü kısaltabilir.

Keyifsiz astronot
Uzayda olmanın olumsuz yan etkileri, insan vücudunun neredeyse her bölümünü etkileyebilir. Potansiyel uzay yolcuları için fiziksel ve zihinsel zindelik çok önemlidir.

Uzayda insan vücudu

İnsan vücudu Dünya'nın kütleçekiminde çalışacak şekilde tasarlanmıştır; bu nedenle ağırlıksızlığın vücut sistemi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Fiziksel stresten ve egzersizden yoksunluk, hızlı kemik ve kas kütlesi kaybıyla ve kardiyovasküler performansta bir düşüşle sonuçlanır. Kütleçekimi olmazsa, vücut sıvıları üst gövdeye yeniden dağılır ve bu durum göz sorunlarına neden olabilir, kan basıncını etkileyebilir.

OLUMSUZ ETKİLERİ EN AZA İNDİRME

Kemik yoğunluğunu ve kas kütlesini korumada egzersiz çok önemlidir; bu yüzden astronotlar uzayda günde iki saat egzersiz yapar. Elastik bantlar kullanarak direnç egzersizi yapar ve kardiyovasküler seanslarda koşu bantlarında ter dökerler. Astronotlar büyük ölçüde alt vücut çalışır; çünkü düşük kütleçekimi koşullarında en çabuk bu bölgeler bozulur.





Su çıkarma
Mars'ta su boldur ama buz tarlalarında donmuş durumda ve toprağın içindedir. Mars suyu, toprak ısıtılarak elde edilebilir; yeraltında sıvı deniz suyu ya da jeotermal su da bulunabilir.



Zemin hazırlama
Mars'a gönderilen insansız bir araç nükleer bir reaktör kullanıp, Mars havasındaki karbondioksidi dünyadan getirilen hidrojenle tepkimeye sokarak yakıt için metan elde edebilir. Yan ürün su depolanabilir ya da hidrojen ve oksijene ayrılabilir.



Yiyecek yetiştirme
Mars toprağı çok verimlidir. Kubbelerde yetiştirilen bitkilere su ve karbondioksit temin edilebilir. Bitkiler oksijen üretir ve yenilmeyen bitkiler gübre olarak kullanılabilir.

Mars'ı nasıl kolonileştirebiliriz?

Mars'a ulaşılabilir; bizi Ay'a götüren teknolojiyi kullanarak görece küçük bir uzay aracıyla doğrudan oraya gidebiliriz. Mars'ta kendi kendine tam yeterlilik uzun süre olası olmamasına rağmen, ilk koloniciler büyük ölçüde toprakla geçinebilir, hatta daha sonra mal üretip dünyayla ticaret yapabilir.



Oraya gitme
Mars'a en doğrudan uçuş, bir uzay aracını oraya 180 günde götürür. Tayfa bir buçuk yıl Mars'ta kaldıktan sonra, geri dönüş yolculuğu için fırlatma pencereleri açılır. Araç su bulunması olası olan bir alana iner.



Tuğla yapımı
İlk konutlar, uzay aracıyla Mars'a taşınan metal ve plastikten olabilir. Daha sonra tuğla kullanılarak bina yapılabilir; Mars toprağı tuğla ve harç yapmak için idealdir.



Mars'ı yaşanabilir kılma
Mars soğuk ve kurudur ama yaşamı desteklemek için gerekli elementlere sahiptir. Başlangıçta atmosferi, artan karbondioksit düzeyleriyle oluşturulabilir; artan karbondioksit, sıcaklığı artıran bir sera etkisi de yaratır.



MARS ATMOSFERİNİ **TAM SOLUNABİLİR** YAPMAK **900 YIL** ALIR



DÜNYA

Dünya'nın içi

Dünya, güneşe yakın yörüngede dönen dört küçük kayaç gezegenden biridir. Kütleçekimi kuvvetiyle oluşan Dünya gelişip, içi son derece sıcak, kayaç kabuğu soğuk, geniş sıvı su okyanuslarına ve havadar bir atmosfere sahip, dinamik, çok katlı bir Dünya'ya dönüştü.

SICAK KAYAÇ NASIL KATI KALABİLİR?

Dünya'nın içindeki kayaç, erimiş yanardağ lavından daha sıcaktır. Ama çoğunu katı halde tutan yoğun basınç altındadır. Basınç azalsa erir.

Dünya nasıl oluştu?

4,6 milyar yıl kadar önce güneş oluştuğunda, yörüngede dönen kaya ve buz döküntülerinden oluşan disk şeklinde bir bulutla çevriliydi. Kütleçekimiyle birbirine çekilen parçalar bir araya yığılıp –birikim denilen bir süreç– daha büyük kütleler oluşturdu; bunlar sonunda büyüyüp Dünya'ya ve Güneş sisteminin diğer gezegenlerine dönüştü. Sürecin ürettiği yoğun ısı, Dünya'nın katmanlı yapısını yarattı.



1 Büyüyen gezegen
Her fiziksel nesnenin diğer nesneleri çeken kütleçekimi vardır. Dünyayı oluşturan büyük nesneler öyle bir kuvvetle çekildi ki, çarpma enerjileri ısıya dönüştü, nesneleri kısmen eritip kaynaştırdı.

2 Erime ve katmanlaşma
Dünya birikimle büyürken, çarpma enerjisi bütün gezegeni eritmeye yetecek kadar ısı üretti. En ağır malzemeler merkeze batıp, derin hafif kayaç tabakalarıyla çevrili metalik bir çekirdek oluşturdu.

Okyanuslar ve kıtalar

Okyanusların altındaki kabuk (okyanussal kabuk), esas olarak bazalttan ve gabrodan oluşur – alttaki mantonun daha yoğun kayaçlarına benzer oldukça yoğun, demir bakımından zengin kayaç. Ama zamanla yanardağlar ve diğer jeolojik süreçler granit gibi silika bakımından zengin kayaç tabakalar biriktirip kıtaları oluşturdu. Bu kalın kıtasal kabuk, manto kayacından daha az yoğundur; bu yüzden kutup okyanuslarındaki buzdağları gibi mantonun üzerinde yüzer. Kıtaların okyanus tabanından yüksek olmalarının nedeni budur.





3 **Bugünkü Dünya**
Tarihinin başlangıcında erimeden sonra katmanlı gezegen, sıvı su okyanuslarını destekleyecek kadar soğudu. Kayacın çok büyük bölümü katılaştı ama dış çekirdek erimiş durumda kaldı.

Okyanus tabanının altında yoğun, demir bakımından zengin kayaçlardan oluşan ince okyanussal kabuk bulunur

Kalın kıtasal kabuk, görece hafif, silika bakımından zengin kayaçlardan oluşur

Soğuk kabuk ve üst manto, kayaç litosferi oluşturur

ATMOSFER

ASTENOSFER

Oksijen gibi gazlar atmosferi oluşturur

Litosferin altında sıcak, kısmen erimiş astenosfer vardır

Çekirdek-manto sınırından mantoya manto yükselmeleri denilen ısı akımları yükselir

ALT MANTO

Derin alt manto sıcak, hareketli ama yine de katı kayaçtan oluşur

DIŞ ÇEKİRDEK

Ağır metalik iç çekirdek katı demir ve nikelden oluşur

İÇ ÇEKİRDEK

Sıvı dış çekirdek erimiş demir, nikel ve kükürtten oluşur

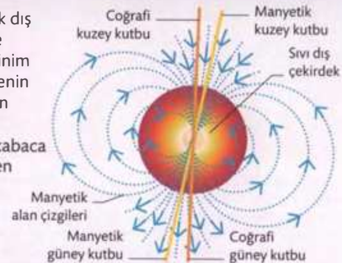
Okyanus tabanından püsküren kayaçlar kıtaları oluşturdu

Olasılıkla bir zamanlar Dünya'nın tamamı suyla kaplıydı

DÜNYA'NIN İÇ ÇEKİRDEĞİNİN -VE GÜNEŞ'İN YÜZEYİNİN- SICAKLIĞI 5.500 °C'DİR

GEZGİN KUTUPLAR

Dünya'nın akışkan, metalik dış çekirdeği ısı akımlarıyla ve Dünya'nın dönüşüyle devinim halinde tutulur. Bu, gezegenin etrafında manyetik bir alan yaratan elektrik üretir. Bu manyetik alan Dünya'yla kabaca aynı eksendedir; bu yüzden manyetik kuzey, gerçek kuzeye yakındır. Ama konumu her zaman, yılda 50 km'ye kadar oynar.



Levha tektoniği

Dünya'nın litosfer tabakası (gevrek kabuğu ve mantonun üst katmanı), tektonik levha denilen bölümlere ayrılır. Dünya'nın çekirdeğinden yükselen ısı bu levhaları sürekli hareket halinde tutar; ya çekip birbirinden ayırarak ya da birbirine yaklaştırarak kıtaları hareket ettirir, dağları oluşturur ve görkemli yanardağlara yakıt sağlar.

LEVHALAR NE KADAR HIZLI HAREKET EDER?

Ortalama olarak levhalar, tırnaklarımızın uzama hızıyla hareket eder. En hızlı açılan çöküntü olan Doğu Pasifik Yükseltisi, yılda 16 cm'den az açılıyor.

Hendekler, çöküntüler ve dağlar

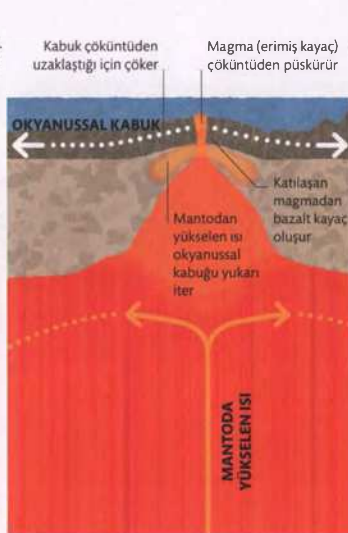
Gezegenin derininde radyoaktif elementler, çekirdekten kaçan ısıyla birlikte, mantonun çok yavaş taşınım akımları halinde dolaşmasına neden olan ısı üretir. Hareket bazı yerlerde levhaları ayırarak uzun çöküntüler oluşturur. Bazı yerlerde levhaları bir araya sürükleyip bir levhanın kenarının mantonun içine battığı dalma-batma zonları yaratır. Dalma-batmaların ve çöküntülerin çoğu okyanus tabanında gerçekleşir. Levha tektoniği bazı okyanusları genişletirken, bazılarını daraltır, hatta kıtaları da çarpıştırmıştır.

ORTA ATLANTİK SIRTININ UZUNLUĞU 16.000 KM'DİR

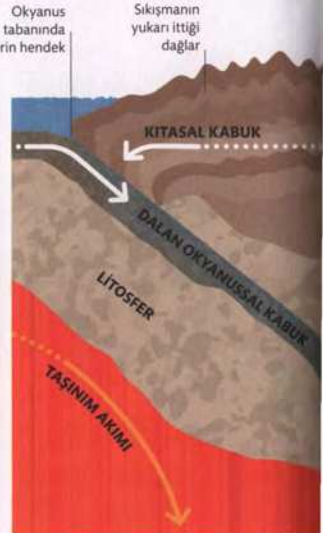




Okyanus dalma-batma zonu
Okyanussal kabuğu taşıyan levhaların birbirine doğru sürüklendiği yerlerde, ağır olan levha diğerinin altına girer ve mantoda erir. Okyanusta derin bir hendek oluşur - Pasifik'teki Mariana Çukuru gibi.



Okyanus ortası sırt zonu
Okyanus tabanında uzun çöküntüler, levhaların birbirinden uzaklaştığı yerlerde olur. Bu, alttaki sıcak kayaç üzerindeki basıncı hafifletip erimesine, püskürmesine ve yeni bir okyanussal kabuk oluşturmasına olanak verir - Orta Atlantik Sırtı gibi.



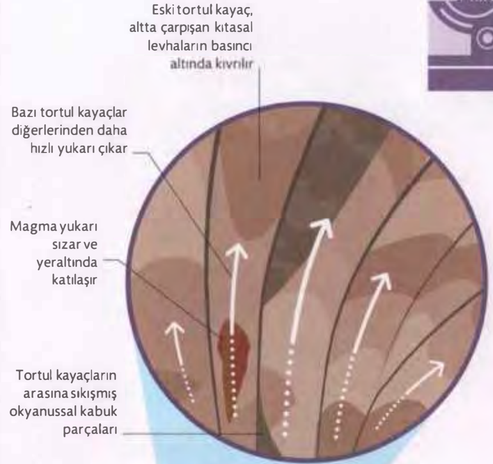
Okyanus-kıtasal dalma-batma
Okyanussal ve kıtasal kabuğu taşıyan levhaların birlikte hareket ettiği yerde, daha ağır olan okyanussal kabuk aşağı sürüklenir. Kıtasal kabuk sıkışıp And Dağları gibi dağlar oluşturur.

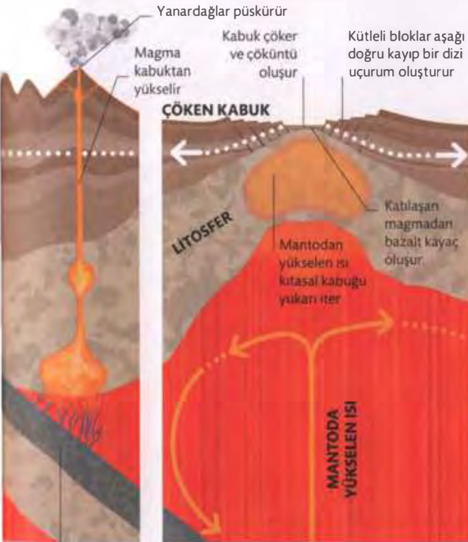


SÜRÜKLENEN KITALAR

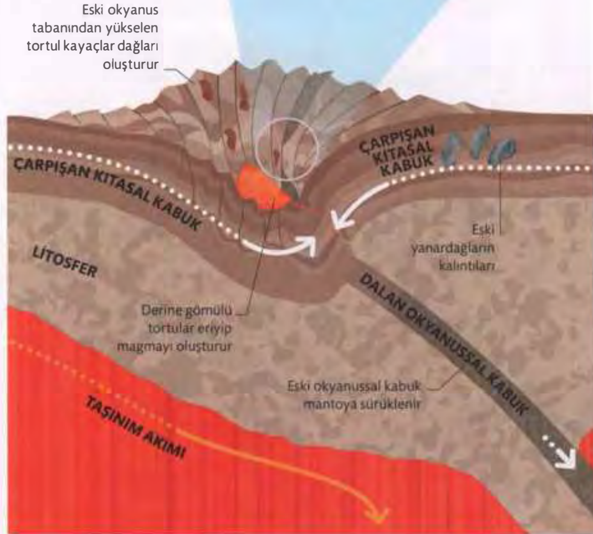
Kıtalar hareketli tektonik levhalara dayandıkları için bu levhaların aralıksız hareketi kıtaları yerkürede dolaştırır. Yani kıtalar durmadan ayrılıyor ve farklı yollarla bir araya geliyor. Zamanın bir noktasında Pangaea olarak bilinen bir süper-kıta vardı. 300 milyon yıl önce oluştu ve 130 milyon yıl sonra parçalara ayrıldı. Kıtalar hareket etmeye ve yeniden oluşmaya devam edecek.







Kıtasal çöküntü zonu
Kıtasal çöküntülerin arkasındaki jeolojik süreçler, okyanus sırtlarındakiyle aynıdır. Kabuk plakaları çöküp dik uçurumlarla çevrili çöküntü vadileri yaratır (Doğu Afrika'daki Rift Vadisi gibi).



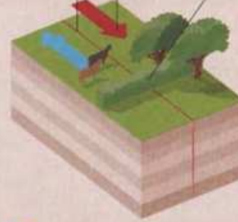
Çarpışma zonu
Okyanussal-kıtasal dalma-batma iki kıtasal kabuk levhasını birlikte sürüklediği yerde, eski okyanuslar ve yanardağlar sıkışır; sıkışan okyanus tabanı tortuları yükselerek kıvrımlı dağlara düşünür. Himalayalar böyle bir sınırın üzerindedir.

Depremler

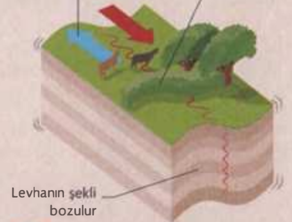
Tektonik levhalar durmadan hareket ediyor. Ama levhaların engebeli kenarları, bazen birbirine kenetlenir; yeterince gerilim birikip kilidi parçalayınca, depreme neden olan şok dalgaları oluşur.

Deprem nedir?

Levhaların birlikte ittiği ya da birbirini geçtiği yerlerde, levha sınırını oluşturan faylarda gerilim birikir. Bu, kayalar boyun eğip geri çekilene kadar her levhanın kenarını burkar. Bu durum sık olursa, geri çekilme görece küçük olur ve yalnızca küçük yer titremelerine neden olur. Ama fay bir yüzyıl ya da daha fazla kenetli kalırsa, kayaçlar birkaç saniye içinde birkaç metre kayabilir – feci bir depremin tetiğini çeker.



1 Fay hattında
Bu transform fay, birbirini geçmekte olan iki levha arasındaki sınırın işaretidir. Her levha yılda yalnızca 2,5 cm hareket ediyor.



2 Gerilim altında kayaçlar
Birkaç on yıl sonra levhalar hâlâ hareket edip birbirini geçiyor ama fay kenetli kalmış. Bu levhaları çarpıtmış, gerilim biriktirmiş.

KAYDEDİLMİŞ EN GÜÇLÜ DEPREM HANGİSİYDİ?

Bugüne kadar kaydedilmiş en güçlü deprem 22 Mayıs 1960'ta Şili'de oldu. Richter ölçeğiyle 9,5 şiddetindeydi ve yarattığı tsunami Havaii'ye, Japonya'ya ve Filipinler'e ulaştı.

Bir tsunami başlatmak

Okyanus tabanında bir tektonik levha başka birinin altına girince, üstteki levhayı büker, kenarını aşağı doğru sürükler. Kayaçlar boyun eğince, bükülen levha aniden düzleşip hızla bütün okyanusa yayılan büyük bir dalga yaratır. Denizde dalga uzun ve alçaktır ama sığ sulara girince yıkıcı bir tsunamiye dönüşebilir.



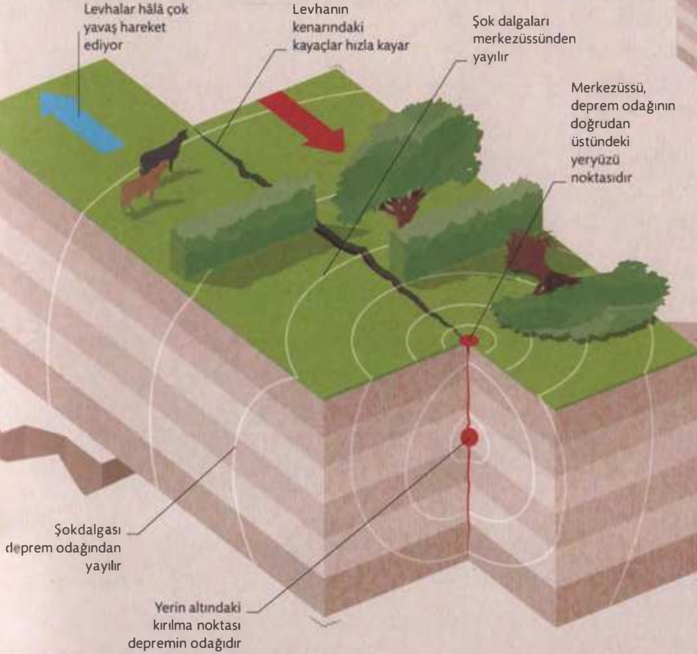
1 Kenetli fay
Karaya yakın derin bir okyanus hendeği, okyanus tabanının bir kıtanın altına kaydığı ama levhalararasındaki fayın kenetlendiği bir dalma-batma zonuna işaret eder.

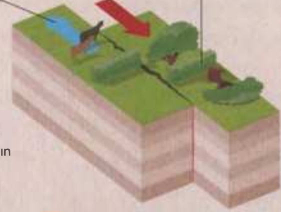


2 Bükülen levha
Kıtasal levhanın dalan ve kenetli fayca tutulan kenarı aşağı doğru çekilir. Bu, levhayı büker ve bu yüzden kıyı bölgesi yukarı doğru bel verir.



3 Kırılma ve geri çekilme
Bir yüzyıl sonra fay gerilime boyun eğer. Dakikalar içinde her iki levha 2,5 metre kadar geri sıçrayarak, yerin altındaki noktalardan (deprem odağı) ve yüzeyde (merkezüssü) yayılan şok dalgaları üretir.





4 Depremden sonra
Ana depremden ve artçı depremlerden sonra etraf sakinleşince, kayaçlar artık gerilim altında değildir. Ama levhalar hâlâ hareket ediyor; bu yüzden döngü tekrar başlar.

YILDA 500.000 DEPREMİN GERÇEKLEŞTİĞİ TAHMİN EDİLİYOR AMA BUNLARIN 100'DEN AZI HASARA NEDEN OLUR



3 Salma ve kabarma
Fay kırılınca kıtasal levhanın kenarı yukarı sıçrayıp bir tsunamiyi tetikler. Levhanın düzleşmesiyle alçalan bir kıyı boyunca sahil kabarır.

DEPREMLERİ ÖLÇMEK

Yıkıcı depremlar Moment Büyüklüğü Ölçeği kullanılarak ölçülür. Bu ölçek, en güçlü olayların saldığı enerjiye ilişkin bilim insanlarına daha doğru bir resim verdiği için, daha önceki Richter Ölçeğinin yerini aldı. Veriler, levha hareketinin derecesini gösteren simogramlar üreten ve sismometre denilen aletler kullanılarak toplanır.



SİSMOGRAF

Yanardağlar

Dünya yüzeyinde, yanardağ bacası denilen ve genellikle kâse şeklinde bir kraterle çevrili kırıklardan erimiş kaya ve gaz püskürür. Pek çoğu, levhaları ayıran ya da birlikte iten kuvvetlerin yarattığı fay sınırlarına yakın gerçekleşir.

Havada minik cam ve kaya parçacıklarından oluşan büyük bir bulut kabarabilir

Buluttan volkanik kül düşer; ağır parçacıklar kratere yakın konar

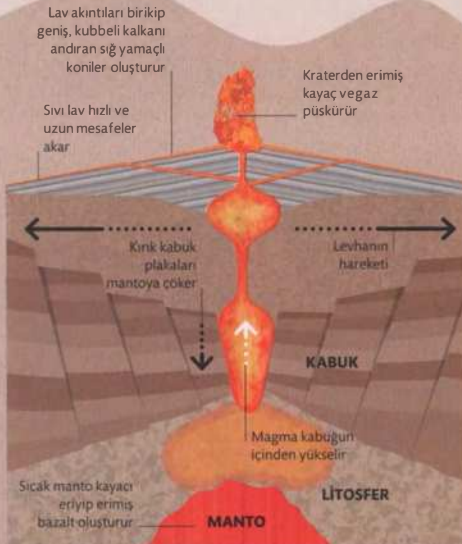
Lav, çoğu kez yanardağın yanlarındaki bacalardan püskürür

Yanardağlar neden oluşur?

Üç ana yanardağ tipi vardır. Bazıları okyanussal ya da kıtasal levhaları ayıran çöküntülerden püskürür. Farklı tip lavları olan bazıları, bir levhanın diğerinin altına girdiği dalma-batma zonlarının üstünde püskürür. Üçüncü tip yanardağlara, mantoda, kabuğun hemen altında – genellikle levha sınırlarından uzak– yerel kayaçların erimesine neden olan sıcak noktalar neden olur.

EN TEHLİKELİ YANARDAĞLAR HANGİSİDİR?

En aktif olanlar değil, çok ender püskürenler. İçlerinde biriken muazzam basınç, yıkıcı patlamalara neden olabilir.



Çöküntü yanardağı
Levhalar ayrılınca mantonun üzerindeki basınç hafifler, bir miktar sıcak kayacın erimesine olanak verir. Yayılıp geniş kalkan yanardağlar oluşturan akışkan bazalt lav olarak püskürür.



Dalma-batma zonu yanardağı
Dalma-batma zonlarına sürüklenen okyanussal kabuk, sıcak kayacın doğasını değiştirip erimesini sağlayan suyu taşır. Bu yanardağlarda erimiş kayaç yapışkan, koyu lav olarak püskürür.

Bir yanardağın içinde ne var?

Bir dalma-batma zonu yanardığının, biriken lav ve volkanik kül tabakalarından oluşan, stratovolkan (tabakalı yanardağ) denilen dik kenarlı bir konisi vardır. Bunun nedeni, çoğu kez krateri engelleyip patlamalı püskürmelere yol açan yapışkan lav püskürtmesidir –havaya fışkırttığı kaya ve kül yanardağ yamaçlarına düşer.

Lav bombaları denilen erimiş kaya topakları kraterden havaya fırlatılır

En büyük yarık yanardağın zirvesinde krateri oluşturur

Bu yanardağlardan püskürен yapışkan lav fazla uzağa akmaz

Kül ve sertleşmiş lav tabakaları stratovolkanı oluşturur

Yanardağın derinliklerinde bir magma odasında erimiş kayaç (magma) birikir

Sönmüş yanardağ altındaki kabuk soğuyunca dalgaların altına batar

Sıcaknoktadan uzaklaşan eski yanardağ söner

Yanardağdan lav fışkırır

OKYANUSSAL KABUK

Sıcak nokta üzerinde levha hareketi

LİTOSFER

MANTO YÜKSELMESİ

MANTO

Mantodan yükselen ısı okyanus tabanında sıcak nokta oluşturur

Sıcak nokta yanardağları

Bu tip yanardağları, kabuğun altında yükselen, manto yekselmesi denilen yalıtık ısı akımları besler. Sıcak nokta üzerindeki levha hareketi, Havaii ve Galápagos Adalarının yanardağları gibi, yanardağ zincirleri yaratabilir.

Püskürme tipleri

Yanardağlar, lavın doğasına bağlı olarak farklı biçimlerde püskürür. Çöküntü ve sıcak nokta yanardağlarının akışkan lavı, görece sakin yarık ve Havaii tipi püskürmelere neden olur. Daha yapışkan lavlar daha patlayıcıdır, Stromboli, Vulkano, Pele ve Plini tipi püskürmelere neden olur. Lav ne kadar yapışkansa, püskürme o kadar patlayıcı olur.

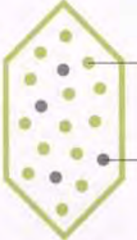




YANARDAĞ ETKİNLİĞİNİN YÜZDE 90'I SU ALTINDA GERÇEKLEŞİR

KAYALARI TARİHLEME

Bazı korkayaçlar, ağır radyoaktif elementler içeren kristaller çözümlenerek tarihlenebilir. Bu elementler bilinen bir hızla daha hafif elementlere bozunduğu (dönüştüğü) için, oranları, kristal oluştuğundan bu yana geçen zamanın bir ölçüsünü verir. Ama kristal tortul bir kayacın parçasıysa, bu teknik kayayı değil, kristali tarihler. Şans eseri bu tür kayaçlar, içerdikleri fosillerin yaşıyla tarihlenebilir.



Bir kristalin içindeki uranyum atomları değişmez bir hızla bozunup kurşuna dönüşür

Kurşun atomlarının uranyum atomlarına oranı kristalin yaşını verir

ZİRKON KRİSTALİ

Kayaç döngüsü

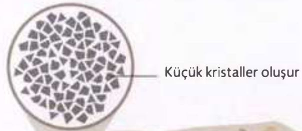
Kayalar, kuvars ve kalsit gibi minerallerin karışımından oluşur. Bazı kayalar çok serttir, bazıları daha yumuşaktır ama zaman içinde hepsi aşınır ve kayaç döngüsü denilen bir süreçle farklı kaya tiplerine dönüşür.

Aralıksız dönüşüm

Erimiş kayaç soğuyunca, içerdiği mineraller kristalleşip (katılaşıp) çeşitli tipte katı, sert korkayaç oluşturur. Zamanla ufalanma, bunları, katmanlı tortul kayaç oluşturabilen yumuşak tortulara dönüştürür. Bunlar, ısı ve basınçla, daha sert başkalaşmış kayaçlara dönüşebilir. Bunlar derine gömülürse, eriyebilir ve sonunda soğuyarak daha fazla korkayaç oluşturabilir.

DÜNYADAKİ EN ESKİ KAYAÇ HANGİSİDİR?

Batı Avustralya'nın Jack Hills bölgesinde bulunan zirkon kristalleri, 4,4 milyar yıl önceye tarihlendi - Dünya'nın yaşına (4,5 milyar yıl) yakın.



Küçük kristaller oluşur

PÜSKÜRÜK KORKAYAÇ

Bir yanardağdan püsküren magmaya lav denilir. Çabuk soğuyup katı bir kütle halinde küçük mineral kristaller oluşturur. Dalma-batma zonu yanardağlarından püskürenlavlar, büyük ölçüde kuvars ve feldispat kristallerinden oluşan riyoliti oluşturur. Riyolit, andezit ve bazalt gibi diğer küçük kristalli püskürük korkayaçlar gibi, çok serttir.

RİYOLİT

Hızlı soğuma



Büyük kristaller oluşur

Yerin altında derindeki sıcak kayaç genellikle katı durur ama kimyasal değişiklikler ya da azalan basınç kayacı eritip sıcak, sıvı kayaç (magma) oluşturabilir. Bu katı kayaçtan daha az yoğun olduğu için, yüzeye doğru sızar. Soğuyunca kristaller oluşmaya başlar.

Yavaş soğuma

KRİSTALLEŞME



Şekli bozuk mineraller



Erime



KABARMA

Levha tektoniğinin dağları oluşturan kuvvetleri, kayaçları kırıp kat kat yukarı doğru iter; böylece havaya maruz kalıp, ufalanmaya (daha küçük parçacıkara ayrılma) ve aşınmaya (ırmaklarla, buzullarla ve rüzgârla aşınma) dayanıksız hale gelir.

Basınç

UFALANMA VE AŞINMA

Donma-çözülme
Yağmur
Rüzgâr
Buzullar
Irmaklar

Kayaç çatlaklarındaki su donarsa genişleyip kayayı böler. Yağmur havadaki karbondioksidi çözüp, birçok minerale saldıran zayıf karbonik asit oluşturur. Rüzgâr yumuşak kayaları oyabilir. Küçük kaya parçaları, ırmaklar ya da buzullar tarafından uzaklara taşınır.

TAŞLAŞMA

Tortulaşma
Sıkışma
Çimentolanma

Irmaklarda, buzullarla ya da rüzgârla taşınan tortu (ufalanmanın ürettiği kaya parçacıkları) tortulaşır ve gömülür. Daha fazla tortunun ağırlığıyla parçacıkalr sıkışır ve katmanlar oluşturur. Suda çözünen mineraller kristalleşip, onları birbirine çimentolar. Bu sürece taşlaşma denilir.

Basınç

Basınç

SOKULUM KORKAYAÇ

Yüzeye püskürmeyen magma yeraltında yavaş soğur ve büyük mineral kristalleri oluşturur - bu, milyonlarca yıl sürebilir. Granit gibi büyük sokulum korkayaç kütleleri bu şekilde oluşabilir. Granitin mineral bileşenleri riyolitinkiyle aynıdır ama çok daha büyük kristalleri vardır.

GRANİT

Katmanlı kaya damarları

TORTUL KAYAÇ

Birbirine çimentolanan kaya parçaları, çimentolanmış, katmanlı kum tanelerinden oluşan kumtaşı gibi tortul kayaçlar oluşturur. Diğer tortul kayaçlar, daha küçük çamur ya da mil taneciklerinden, hatta deniz plantonlarının mikroskobik kalıntılarından oluşur. Kayaç ne kadar eski ve sıkışıksa, o kadar sert olur.

KUMTAŞI

BAŞKALAŞMIŞ KAYAÇ

Kumtaşı çok sert kuvarsite -bir başkalaşmış kayaç tipi- dönüşebilir. Katmanlı tortul kayaç da sıkışıp damtaşına, şiste ya da gnaysa dönüşebilir ve sonuç olarak mineral yapı bozulur. Bu kayaçlar, çözeltiyle ve yeniden kristalleşmeyle oluşan yeni mineraller de içerir.

KUVARSİT

BAŞKALAŞIM

Basınç
Isı

Kayaça derine gömülüp yoğun basınç ve ısıya maruz kalınca, niteliği değişir - başkalaşım denilen bir süreç. Bu, genellikle levha tektoniğinin kıta saçaklarını buruşturup sıradağlara dönüştürdüğü yerlerde gerçekleşir.

Okyanuslar

Dünya ağırlıklı olarak mavi gezegendir – yüzeyinin büyük bölümü okyanuslarla kaplıdır. Adlandırılmış beş okyanus vardır –Pasifik, Atlantik, Hint, Kuzey, Güney– ama su, hepsini yavaş yavaş dolaşır.

EVEREST DAĞINI PASİFİK OKYANUSUNDAKİ MARIANA ÇUKURUNA YERLEŞTİRSEYDİK, ÜZERİNDE HÂLÂ 2000 METRELİK SU KALIRDI



DENİZ SUYU NEDEN TUZLUDUR?

Milyonlarca yıl topraktan akıp gelen yağmur suyu tuzlu mineralleri denize taşıdı. Bunlar, deniz suyuna tuzlu tadını verir.

AÇIK DENİZ

Okyanus nedir?

Okyanuslar yalnızca dev su birikintilerinden ibaret değildir –levha tektoniğinin kuvvetlerince (bkz. s. 224-25) yaratılır. Dünya kabuğunun levhaları ayrılınca yeni kabuk oluşur. Okyanussal kabuk, daha kalın, daha hafif kıtasal kabuktan (bkz. s. 222) çok daha aşağıdadır ve okyanus tabanını oluşturur. Levhalar su altında buluşunca biri diğerinin altına dalıp derin okyanus hendekleri yaratır. Kıtaların saçakları da, kıyı aşınmasıyla budanmış olarak suyun altındadır. Sahanlık denizleri, kıta sahanlığının üzerindeki kıyı denizleri, gerçek okyanuslardan daha sığdır.

Gerçek okyanus tabanı, abisal düzlük, dalgaların 3.000 ila 6.000 m altındadır

Kıtalardan süpürülüp getirilen kaya döküntüleri ve parçacıklar, kıtasal kabuğun eteğinde ve abisal düzlük boyunca birikir

ABİSAL DÜZLÜK

DEVİNİM HALİNDEKİ OKYANUSLAR

Rüzgârlar okyanusları dolaşıp soğuk suyu tropik kuşağa, sıcak suyu kutuplara doğru taşıyan güçlü yüzey akıntılarını harekete geçirir. Bu akıntılar, okyanus tabanına doğru batan soğuk, tuzlu suyun harekete geçirdiği derin su akıntılarıyla bağlantılıdır. Bu akıntılar birlikte, okyanus suyunu, küresel taşıyıcı denilen bir ağla Dünya'nın her tarafına taşır.



OKYANUS AKINTILARI



GELGİTLER NEDEN YÜKSELİR VE ALÇALIR?

Ay'ın kütleçekimi deniz suyunu iki gelgit bombajlı bir ovalin içine sürükler. Dünya dönerken, deniz kıyısı bu bomba jlara girip çıkar ve günlük bir kabarma ve alçalma yaşar. Dolunayda ve yeniayda Ay Güneş ile aynı hizadayken, birleşik kütleçekimleri daha büyük gelgitlere neden olur. Ay'ın kütleçekiminin Güneş'e dik açıda olduğu yarımayda gelgitler daha zayıftır.



SAHANLIK DENİZİ

KIYI ŞERİDİ

Deniz tabanı okyanus tabanına doğru indikçe, dikleşip sahanlık sınırını oluşturur

Sahanlık denizinin tabanı, kıta sahanlığı, genellikle yüzeyin 150 m altındadır

KITA SAHANLIĞI

KITA YAMACI

Kıtanın kenarı, en az 2.500 m derine inen kıta yamacını oluşturur

KITASAL YÜKSELTİ

TORTULAR

OKYANUSSAL KABUK

KITASAL KABUK

Dalga oluşturma

Bir okyanusun üzerinde rüzgâr esince, yüzeyde dalga oluşturur. Rüzgâr ne kadar kuvvetli olur ve ne kadar uzun süre eserse, dalgalar o kadar büyür. Dalgalar yol aldıkça da büyür. Su molekülleri dairesel bir yolda hareket eder; dalgalara yakalanınca yukarı ve ileri taşınmamızın, dalga geçince aşağı ve geri düşmemizin nedeni budur.



1 Açık su
Denizde dalgalar suyu yukarı ve ileri, ardından aşağı ve geri yuvarlar. Su molekülleri dairesel bir yolda hareket eder.

2 Dalgalar yükselir
Su molekülleri deniz tabanından geri sekip dalganın kıyıya yaklaştıkça daha kısa ve daha dik olmasına neden olur.

3 Dalga kırılır
Deniz tabanı sığlaşınca, yollar daha fazla elipsleşir ve dalga tepesi o kadar yükselir ki, devrilip kırılır.

Dünyanın atmosferi

Dünya, gezegenin yüzeyini zararlı güneş ışımasından koruyan ve geceleri ısıyı koruyup yaşamı olanaklı kılan gazlarla çevrilidir. Alt atmosferde hava dolaşımı, hava durumu dediğimiz görüngülere neden olur.

Atmosfer nedir?

Atmosfer gazlardan oluşur – esas olarak nitrojen, oksijen, argon ve karbondioksit. Sıcaklıklarına göre tanımlanan tabakalara ayrılır: Bazı tabakalar yükseklikle birlikte soğurken; bazıları, gazların güneş ışınlarını emme yeteneklerinden ötürü daha sıcak olur. Havanın büyük çoğunluğu en alt tabakada, troposferde toplanır ama yükseklikle birlikte yoğunluğu azalır. Yani deniz seviyesinden 10 km yukarıda insanları canlı tutmaya yetecek kadar hava yoktur.

ATMOSFERİMİZ NEDEN UZAYDA YÜZÜP UZAKLAŞMAZ?

Kütleçekimi gaz parçacıklarını Dünya'nın yüzeyine yakın tutar. Çok daha küçük olan Ay'ın daha az kütleçekimi vardır ve bu yüzden bir atmosferi tutamaz.

Atmosfer Dünya'nın etrafında görece sığ bir tabaka oluşturur



ATMOSFER TABAKALARI

600-10,000 KM

Eksosfer
Atmosferin en dış tabakasının berrak bir dış sınırı yoktur, uzayda solup gider. Hava parçacıkları o kadar dağınıktır ki, hiç etkileşime girmez.

Birçok yapay uydu, eksosferde gezegenin yörüngesinde döner

Eksosferde sıcaklık büyük ölçüde değişir; geceleri daha soğuk, gündüzleri daha sıcak olur

SICAKLIK

80-600 KM

Termosfer
Mezosferin üstünde termosfer geniş bir alana yayılır, yükseklikle birlikte sıcaklığı 2.000°C'ye kadar çıkar – bunun nedeni, bu tabakadaki gazların Güneş'ten gelen x-ışınlarını ve morötesi ışığı emmesidir.

Moleküller morötesi ışığı emip de saçar

Güneş radyasyonundan enerji alan oksijen ve nitrojen atomları parlayıp kutup ışıklarına neden olur



TERMOSFER 2.000°C'YE KADAR ISINABİLİR

Dönme ve sapma

Atmosferde sıcak hava yükselir, yanlara akar, soğur ve sonra çöker – bu dolaşım hücreleri, ısıyı bütün küreye dağıtır (bkz. s. 240-41). Dünyanın dönüşü, dolaşan havayı yoldan çıkarır. Ekvatorun kuzeyinde hava akışı sağa saparken, ekvatorun güneyinde sola sapar. Buna Coriolis etkisi denilir ve havada her dolanım hücresinin kürenin etrafını sarmal dolaşmasına yol açar.



Küresel sarmallar
Hâkim rüzgârları sarmal çizen hava dolaşım hücreleri harekete geçirir ve dünyanın yüzeyine yakın eser. Bu rüzgârlar en istikrarlı biçimde okyanuslarda eser.

50-80 KM

Mezosfer
Mezosferde hava sıcaklığı başlangıçta istikrarlıdır, sonra yükseklikle birlikte düşer. En soğuk durumunda 100°C'nin altına düşebilir. Bu tabakadaki gazlar meteorları yavaşlatacak, yanmalarına neden olacak kadar sıkışıktır.

Uzaydan atmosfere dalan kaya parçaları meteor olarak yanar

GÜNEŞ'İN RADYASYONU

16-50 KM

Stratosfer
Bu ince, kuru hava bölgesinin 20 km yüksekliğe kadar istikrarlı bir sıcaklığı vardır; sonra yükseklikle birlikte, güneş enerjisi emdiği için gittikçe ısınır. Ozon tabakası, stratosferdedir.

Emilen ısı ozon tabakasından saçılıp bir ısı cebi yaratır

OZON TABAKASI

Meteoroloji balonları herhangi bir uçağın ya da kuşun uçabileceğinden daha yükseğe, alt atmosfere kadar yükselir

Ozon gazı tabakası morötesi güneş radyasyonu emer

Yükseklikle birlikte sıcaklık düşer

0-16 KM

Troposfer
En alt tabaka soluduğumuz havayı içerir ve hava durumunun gerçekleştiği yerdir. Yükseklikle birlikte hem sıcaklığı hem yoğunluğu azalır

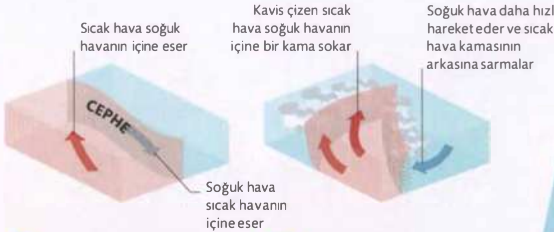
Uçaklar genellikle troposferde kalır ama bazen türbülanstan sakınmak için stratosfere çıkarlar

Bulutlar troposferde oluşur



Hava durumu nasıl işler?

Hava durumu, belirli bir yerde ve zamanda atmosferin durumudur. Güneş nemi buharlaştırıp sıcak havaya dönüştürdüğü için durmadan değişir; buhar yükselip bulutları oluşturur. Bu süreç, rüzgâr ve yağış getiren girdaplı alçak basınç sistemlerini, yani siklonları harekete geçirir. Siklonları antisiklonlar dengeler.



1 Soğuk sıcakla buluşur
Siklonlar genellikle sıcak, nemli, tropikal hava kütlelerinin soğuk, kutup havası kütlelerinin içine sokulduğu ılıman okyanusların üzerinde oluşur. İki hava kütlesinin buluştuğu bölge cephedir.

2 Dönme başlar
Her iki hava kütlesi hareket ederken, Dünya'nın dönüşü nedeniyle kavisli bir yol izler – Coriolis etkisi denilen bir fenomen. Eğri yollar bir dönme örüntüsü haline gelir ve hava kütleleri sarmal hareket etmeye başlar.

Bir siklonun doğuşu

Sıcak, nemli hava yükselince bir alçak hava basıncı kuşağı yaratıp civardaki havayı, siklon ya da alçak basınç denilen sarmal bir akışla içeri çeker. Sıcak, nemli hava yukarı doğru zorlanır; orada daha soğuk, daha yoğun havanın üzerine binip neminin yoğunlaşarak bulutlara ve yağmura dönüşmesini sağlar. Sıcak hava en yüksek enerjiyle yükseldiğinde, en güçlü hava akışı olur – biz rüzgâr olarak hissederiz. Tropik kuşakta bu, tropikal siklon, kasırga ya da tayfun olarak bilinen güçlü fırtınalar üretir.

KAR

Bulut damlacıkları yeterince yükselirse, altı kenarlı mikroskobik buz kristalleri oluşturur. Kristallerin üzerinde donan su, kristalleri altı köşeli kar tanesi şeklinde birbirine yapıştırır. Bunlar, kar olarak yağan daha büyük pofuduk kütleler şeklinde bir araya toplanır.



KENYA'DA DOLU NASIL YAĞABİLİR?

Tropik kuşaktaki bulutlar o kadar uzundur ki, nem soğuk üst atmosfere ulaşıp donar ve sonunda dolu tanesi olarak yağar.

Sıcak cephelere yakın alçak, yoğun bulutlar aralıksız yağmura neden olur

SICAK CEPHE

Soğuk hava daha yoğun ve ağır olduğu için sıcak hava soğuk havanın üzerine çıkar





TROPİKAL KUŞAK DIŞINDAKİ YAĞAN YAĞMURUN ÇOĞU KAR OLARAK BAŞLAR VE DÜŞERKEN ERİR

Cepheler buluşunca, tek bir kapalı cephede birleşir ve sıcak hava kaması kaldırılır

Siklonlar güney yarımkürede saat yönünde döner (güney yarımkürede saat yönünün tersine)

Hava bir sarmalda yükselir

Yüksek, ince sirüs bulutları, ilerleyen sıcak cephenin ilk işaretidir

Yüksek basınç alanlarından çekilen hava

Simgeler cephelerin hareket ettiği yönü gösterir

SİKLON (ALÇAK BASINÇ SİSTEMİ)

4 Sıcak hava yerden ayrılır
Soğuk cephe çoğu kez sıcak cepheden daha hızlı hareket eder, onu yakalar ve sıcak havayı yerden yukarı kaldırır. Bir bulut sarmalıyla işaretli bu duruma, kapantı (oklüzyon) denilir. Bu noktadan itibaren siklon enerji kaybetmeye başlar ve diner.

Rüzgârlar bütün hava sistemini bu yöne taşır

3 Sıcak ve soğuk cepheler
Yandan görülen siklonun geniş bir kesiti, ilerleyen sıcak havanın, sığ bir eğimle "sıcak cephe"ye çıktığını gösteriyor. Arkadan ilerleyen daha soğuk hava, sıcak havanın altına girip dik bir "soğuk cephe"de yukarı doğru zorluyor.

SOĞUK CEPHE

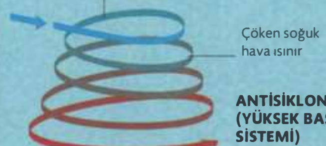
RÜZGÂR YÖNÜ

Soğuk hava kaması, sıcak, nemli havayı yukarı zorlayıp yüksek bulutları oluşturur

Yüksek bulutlar keskin, ağır sağanaklara neden olur

Antisiklonlar

Soğuk hava çöküp bir yüksek hava basıncı kuşağı yaratınca, bir antisiklon şeklinde dışarıya doğru sarmal hareket eder. Çöken hava, su buharının yükselmesine neden olur ve bulut oluşumunu durdurur; bu yüzden gökyüzü genellikle mavi ve güneşlidir. Bir antisiklonda basınç farkı fazla değildir; bu yüzden rüzgârlar hafiftir ve hava durumu güzel ve istikrarlıdır.



Antisiklonlar siklonlara karşıt yönde sarmal hareket eder

Çöken soğuk hava ısınır

ANTİSİKLON (YÜKSEK BASINÇ SİSTEMİ)

Güçlü yükseliş akımları bulut çekirdeğinin atmosferde dalga dalga yükselmesini sağlayabilir

Bulutun çoğu yükselmeyi bırakıp rüzgârın etkisiyle yanlara yayılır

Olağanüstü Hava Koşulları

En aşırı hava durumu olaylarına, tepe yapan kümülonimbüs fırtına bulutlarında nemin birikmesi neden olur. Bu bulutların içindeki güçlü hava akımları yıldırımları, doluyu, hatta hortumları tetikler.

Süper-bulutlar

Kümülonimbüs bulutları diğer bulutlardan çok daha büyüktür, yerin yakınından başlayıp atmosferin tepesine (bkz. s. 235) kadar yükselir. Yerden ya da okyanus yüzeyinden yoğun buharlaşmadan beslenirler. Buhar yükselip soğuyunca, yoğunlaşıp su damlacıklarına dönüşürek ısı enerjisi (bkz. s. 117) salan dev bulutlar oluşturur. Isı havayı ısıtır; daha da yükselen hava, yoğunlaşan ve daha fazla enerji salan daha fazla su buharı taşır – ve döngü devam eder. Sonunda bulut 10 km'den fazla büyüyebilir.

Buluttan elektrik boşalır ve havada şimşek olarak ark yapar

ÇÖKEN SOĞUK HAVA

1 Yüklenmek
Çöken soğuk havayla çevrili bulutun içindeki güçlü yükseliş akımları damlacıkları ve buz kristallerini aşağı yukarı saçıp, bulutu dev bir pil gibi şarj eden statik elektrik (bkz. s. 78-79) üretir.

Yükselen sıcak hava akımları düşen buz kristallerini yakalayıp tekrar yukarı çıkarabilir

Şimşeğin ürettiği ısı havayı patlarcasına genleştirip gökgürültüsü olarak işittiğimiz şok dalgalarına neden olur

Fazla nem yüksek irtifada tekrar donar

2 **Dolu nasıl oluşur?**
Düşen buz kristaleri, güçlü yükseliş akımları tarafından tekrar yukarı süpürülür. Daha fazla nem toplar ve yüksek irtifada üzerlerindeki bu nem donar. Bu, birçok kez gerçekleşir, böylece buz tabakaları birikip dolu taneleri oluşturur.

KASIRGA NEDİR?

Tropikal okyanuslarda yoğun buharlaşma, yoğun alçak basınç alanlarının (bkz. s. 236) etrafında devasa bulut sistemleri oluşturur. Hava fırıl fırıl dönerek bunların içine girip bir kasırganın güçlü rüzgârlarına neden olur.

3 **Dolu yağar**
Sonunda dolu taneleri yükseliş akımlarınca yakalanamayacak kadar büyük ve ağır olur, sonra da yere düşer.

HORTUMLAR

Dünyanın bazı bölgelerinde türbülanslı soğuk ve sıcak hava kütleleri, süper-hücre denilen, büyük, dönen kümülonimbüs bulutları yaratır. Kendi ekseninde dönen, hızlı yükselen hava, bir evi parçalayacak kadar güçlü, hortum denilen sıkı bir burgaçta yoğunlaşabilir.



DOLU TANELERİ İNSAN YUMRUĞU BÜYÜKLÜĞÜNDE OLABİLİR

İklim ve mevsimler

Güneş ışığı ve ısı tropik kuşakta yoğunlaşır, kutuplara yakın dağılır. Isı, atmosferde, Dünya'nın iklim kuşaklarını yaratan hava akımlarını harekete geçirir.

Dalaşan hücreler

Tropik kuşakta yoğun ısı okyanus suyunu buharlaştırır. Sıcak, nemli hava yükselince –Dönencelerarası Yakınsama Kuşağı (DYK) denilen bir alçak basınç kuşağı yaratarak– soğur. Su buharı yoğunlaşıp bulutlara dönüşür, şiddetli yağmurlara neden olur. Artık kuru, soğuk hava astropikal kuşaklara akar ve çöküp, yağmuru engelleyen yüksek basınca neden olur. Bu, Hadley dolanım hücresidir. Diğer iki hücrenin –Ferrel ve Kutup hücreleri– daha soğuk bölgelerde benzer etkileri vardır.


YER BULUCU

ATMOSFERİN TEPESİ

DÖNENCELER ARASI YAKINSAMA KUŞAĞI

Alçak basınç

Yoğunlaşan su buharından ötürü uzun, kule gibi bulutlar oluşur

Tropikal hava ekvatordan uzaklaşır ve soğur

HADLEY HÜCRESİ

Sıcak, nemli hava yükselir

Soğuk, kuru hava çöker ve ısınır

Kuru çöl havası ekvatora doğru akar

ASTROPİKAL KUŞAK

Soğuk, kuru hava çöker ve ısınır

Yere yakın hava ekvatordan uzaklaşır

EKVATOR

TROPİKAL KUŞAK

ASTROPİK KUŞAK

Yüksek basınç

ILIMAN BÖLGELER

DYK'daki alanlar şiddetli yağmurlara sahne olur

Neredeyse aralıksız yağmur nedeniyle ağaçlar uzun olur

Yağmursuzluktan ötürü çorak, kayalık manzara

Astropikal kuşağa yakın alanlarda gökyüzü genellikle açıktır

Kaktüsler kurak iklime uyarlanır

Tropik kuşak
Ekvatora yakın yükselen nemli hava günlük şiddetli yağmura neden olan, tropikal yağmur ormanlarının gelişmesini besleyen büyük fırtına bulutları meydana getirir. Ağaçlar su buharı üretir; bu yüzden bir ölçüde kendi iklimlerini kendileri meydana getirir.

Astropik kuşak
Yükselen ekvator havası atmosferin tepesine ulaşınca, soğuyup astropik kuşağa çökene kadar yatay akar. Çöken hava bulut oluşumunu durdurur; bu yüzden çok az yağmur olur, Sahra çölü gibi çöller oluşur.

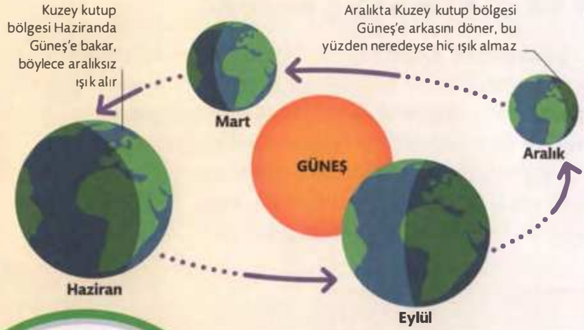


UYDULAR İRAN'IN LUT ÇÖLÜNDE 70,7°C SICAKLIK ÖLÇTÜ – DÜNYADA KAYDEDİLMİŞ EN YÜKSEK SICAKLIK



Mevsim döngüleri

Dünya Güneş'in etrafında dönerken, eğik dönme ekseni hep kutupyıldızını gösterir. Yani kutup ve ılıman enlemler önce Güneş'e yaklaşır, sonra uzaklaşır; yaz ve kış mevsimlerine neden olur. En sert mevsimler kutuplara yakındır. DYK da kuzeye ve güneye hareket ederek, tropikal kuru ve yağışlı mevsimlere neden olur. Muson mevsimlerine, rüzgâr yönünde, okyanuslardan nemli hava ve onunla birlikte yağmur getiren bir değişiklik neden olur.



DÜNYADA EN KURU YER NERESİDİR?

Antarktika'da McMurdo Kuru Vadilerinde yaklaşık 2 milyon yıldır yağmur ya da kar yağmadı. Arazi çok büyük ölçüde çıplak kaya ve çakıldır.



Kutup bölgeleri
Soğuk, kuru hava kutup bölgelerinin üzerine çöküp soğuk çöller oluşturur. Kutuplardan alçak seviyede uzaklaşır, ısınır ve nem toplar. Ilıman bölgelerde, yükselen astropikal hava tarafından yukarı çekilir ve yüksek seviyelerde tekrar kutuplara doğru akar.

Kutup cephesine yakın alanlar genellikle bulutludur

Soğuk, kuru hava ekvatora doğru akar

FERREL HÜCRESİ

Sıcak, nemli hava yükselir

KUTUP CEPHESİ

Alçak basınç

Sıcak, nemli hava yükselir

KUTUP HÜCRESİ

Soğuk hava çöker ve kutuptan uzaklaşır

Yüksek basınç

KUTUP DAİRESİ

Ilıman bölgeler
Ilıman bölgelerde, astropik kuşaktan alçak seviyede akan sıcak hava daha soğuk kutup havasıyla karşılaşır. Bu onu yükseltir, özellikle okyanusların üzerinde ve yakınında bulut ve yağmur oluşturur. Yağmur, ormanlar ve otlaklar yaratır.



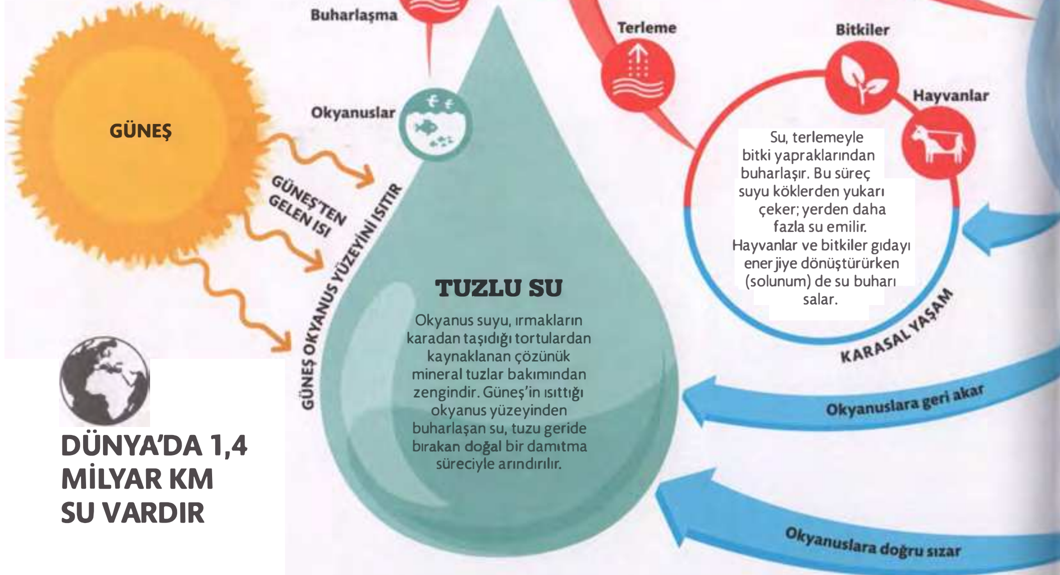
BİR GÜNDE EN YÜKSEK YAĞIŞ MİKTARI RÉUNION ADASINDA OLDU – 1952'DE 1.870 MM OLARAK KAYDEDİLDİ

Su döngüsü

Su, gezegenin yaşam gücüdür. Su olmadan yaşam var olamaz; çünkü canlıların gelişmesini ve çoğalmasını olanaklı kılan tüm biyokimyasal süreçler için gereklidir. Karaya su sağlayan su döngüsü olmasa, kıtalar yaşamsız çöl olurdu. Ayrıca su, gezegenin kara yüzeyini aşındırarak şekillendirir.

Dünya'nın dolaşım sistemi

Su döngüsünün itici gücü Güneş'imizdir – okyanusları ısıtıp yüzeylerinde aralıksız buharlaşma olmasını sağlar. Bulutlar suyu karaya taşır. Bulutların döktüğü yağmur yerin içine süzülür. Bu suyun bir kısmını bitkiler emer, sonra tekrar havaya pompalayıp daha fazla bulut oluşturur. Geri kalan suyun büyük bölümü ırmaklarla karadan uzaklaşıp tekrar denize gitmenin bir yolunu bulur ve döngü devam eder.





BULUTLAR

Su buharı taşıyan yükselen sıcak hava yükseklerde soğur – bu, buharın yoğunlaşıp mikroskobik su damlacıklarına ve buz kristallerine dönüşmesine neden olur. Bu damlacıklar ve kristaller, rüzgârla uzak yerlere taşınabilen bulut olarak görülür.







ANTARKTİK BUZ ÖRTÜSÜNÜN BAZI BÖLÜMLERİNİN YAŞI 2,5 MİLYON YILDAN FAZLADIR



Bir bulut soğursa, su damlacıkları ve buz kristalleri büyür ve birleşir, sonunda buluttan düşecek kadar ağırlaşan daha büyük yağmur damlaları ya da kar taneleri oluşturur. Kar taneleri genellikle pofuduk kütleler halinde birleşir.

KAR

Soğuk iklimlerde yağan kar erimez. Birikir ve daha fazla karın ağırlığıyla sıkışır – buza dönüşür. Dağ yamaçlarında buz, buzul olarak yavaş yavaş aşağı akar ve sonunda erir ama kutup buz örtüleri hiç erimeyebilir. Binlerce yıl içinde buzullar derin vadiler oyar.









TATLI SU

Yer yüzeyinde duran yağmur suyuna ve eriyen kara yüzey akıntısı denilir. Bunlar, sonunda tekrar okyanusa akan ırmak ve göllerde birikir. Yağmur havadaki karbondioksitle tepkimeye girip kayaçları ufalayan, suda çözünük mineralleri parçalayan korbonik asit oluşturur.



BÜTÜN SU NEREDE?

Gezegenin üçte ikisi, Dünya'daki suyun yüzde 97,5'ini içeren okyanuslarla kaplıdır. Dünya suyunun yalnızca yüzde 2,5'i tatlı sudur. Bunun büyük bölümü kutup bölgelerinde ve yüksek dağlarda buz olarak kilitlidir ya da yerin altında saklıdır. Yalnızca küçük bir kısmı ırmakları ve gölleri oluşturur.



DÜNYA SUYUNUN TAMAMI

Yağmur ve eriyen karyüzeyin altına sızıp yeraltı suyu olur. Alt seviyelerde kayaç suya doyar ve aküfer denilen yeraltı su depoları oluşturur. Kireçtaşı çözünüp mağaralar yaratabilir. Yeraltı suyu sonunda okyanuslara geri sızar.





Sera etkisi

Yeryüzündeki yaşam sera etkisine bağlıdır; sera etkisi, atmosferimizdeki bazı gazların –özellikle karbondioksit ve metan– dünya yüzeyinden yayılan kızılötesi radyasyonun bir kısmını emme yoludur. Bu gazlar, bir seradaki cam gibi, ısıyı yakalar.

1 Giren radyasyon Güneş'ten saçılan enerji ışık ve morötesi radyasyonun yanı sıra, kızılötesi ve diğer dalgaboylarında radyasyon olarak gelir.

Gezegenin enerji bütçesi

Tarihsel olarak sera etkisi iyi bir şeydi –atmosferinin battaniyesi olmasaydı, Dünya'nın ortalama sıcaklığı –18°C civarında olurdu. Dünya'nın kaçan ısı enerjisinin bir kısmının yakalanması önemli olduğu halde, eğer giren radyasyon çıkan radyasyonu çok fazla aşarsa, küresel sıcaklık artar.

2 Yansıtılan radyasyon Güneş enerjisinin bir kısmı, özellikle belli dalgaboylarında olanlar, uzaya yansıtılır. Yansımanın çoğu bulutlardan olur ama atmosferdeki gazlar ve Dünya'nın yüzeyi de bir miktar radyasyon yansıtır.

3 Güneşenerjisinin emilimi Dünya yüzeyine ulaşan güneş enerjisinin çoğu, ister görünür ışık iste morötesi olsun, emilir; Dünya'yı ısıtır.

4 Işıyan sıcaklık Sıcak bir gezegen de enerji saçar ama daha uzun dalga boylarında, kızılötesi aralıkta. Kızılötesi radyasyon, özünde saçılan ısıdır.



UZAYA SALINAN RADYASYON

5 Kaçan radyasyon
Dünya atmosferinin, bulutların ve yüzeyin emdiği ve tekrar saldığı radyasyonun çoğu uzaya kaçar.

ÖTEKİ DÜNYALARDA SERA ETKİSİ

Venüste, Dünya'dakinden çok daha güçlü bir sera etkisi vardır. Kalın karbondioksit atmosferi, yüzeye ulaşan güneş enerjisinin neredeyse tamamını koruyup, kurşunu eritmeye yetecek kadar yüksek sıcaklık yaratır. Satürn'ün en büyük uydusu Titan'da ise, aksine, güneş ışığının yüzde 90'ını engelleyen kalın bir turuncu sisin yarattığı karşı-sera etkisi vardır. Yanardağlardan püsküren gaz ve toz Dünya'da da benzer ama çok daha zayıf bir karşı-sera etkisine neden olabilir.


VENÜS

DÜNYA BUGÜNKÜNDEN DAHA SICAK OLMUŞ MU?

Mezozoik dönemin (dinozorlar çağı) sonuna yakın Dünya o kadar sıcaktı ki, kutuplarda yazın buz yoktu ve deniz seviyesi bugünkünden 170 m daha yüksekti.

SERA GAZLARI

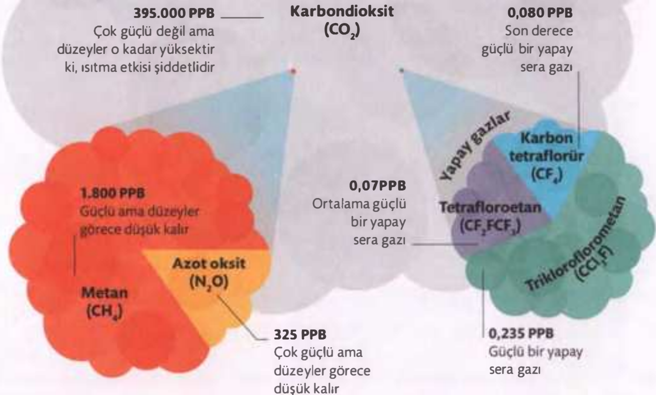
SICAK SERA GAZLARININ TEKRAR GERİ SALDIĞI

6 Aşağı doğru geri salım
Dünya'nın geri saldığı kızılötesi enerjinin bir kısmı, atmosferdeki sera gazlarınca tutulur. Gazlar ısınır ve ısıyı tekrar Dünya'nın yüzeyine doğru saçar, küresel sıcaklığı yükseltir.

2013'TE ATMOSFERDEKİ SERA GAZLARI (BAZI YERLERDE MİLYAR -PPB- OLARAK ÖLÇÜLEN)

Suçlu kim?

Dünya atmosferindeki ana sera gazları su buharı, karbondioksit, metan, azot oksit ve ozondur. Bu gazların moleküler yapısı kızılötesi radyasyondan enerji emmelerini, ısınmalarını ve radyasyonu geri salıp gezegeni sıcak tutmalarını olanaklı kılar. Bazı gazlar, moleküllerini ısı radyasyonuyla etkileşim şeklinden ötürü, diğerlerinden daha iyi ısı emer. Yani bazı gazların, atmosferde az olmalarına rağmen, diğerlerinden daha güçlü bir sera etkisi vardır.



İklim değişikliği

İklimler doğal nedenlerle her zaman değişir. Bu değişiklikler binlerce, milyonlarca yıl içinde yavaş yavaş gerçekleşir. Ama şimdi, sera etkisini (bkz. s. 244-45) artıran gazlarla atmosferin kirlenmesinin neden olduğu hızlı bir iklim değişikliği döneminde yaşıyoruz.

DENİZ SEVİYELERİ NE KADAR YÜKSELEBİLİR?

Eriyen kutup buz örtüsü çökmeye başlarsa, deniz seviyeleri 25 m yükselip Londra, New York, Tokyo ve Şanghai gibi kıyı kentleri sular altında bırakabilir.

Ne oluyor?

Dünya ısınıyor. En azından 1910'dan beri sıcaklıklar artmaktadır ve en sıcak 17 yılın 16'sı 2001'den bu yana yaşandı. Bu arada 1958'den bu yana yapılan atmosfer analizleri, gezegeni sıcak tutan sera gazlarının en önemlisi olan karbondioksitte (CO_2) sürekli bir yükselmeyi gösteriyor. Enerjiye aç modern yaşam tarzımız fazladan CO_2 üretmektedir.

Yükselişte

Ortalama küresel hava sıcaklıkları geç 19. yüzyıldan beri kaydedilmektedir. Artışlar ve düşüşler oldu ama eğilim yukarı doğrudur. Atmosferik CO^2'deki artışa denktir.

Ekstra sera gazları

Estra CO_2'nin ana kaynağı, kömür ve petrol gibi yanan fosil yakıtlardır. Başka sera gazları da üretiyoruz: Modern tarım pratiklerinin saldığı metan ve azot oksit; soğutma sistemlerinde ve spreylerde kulanılan yapay F-gazları.

71%
Yanan fosil yakıtlardan çıkan karbondioksit (CO_2)

2%
Ormansızlaşmadan ve bozulmadan kaynaklı CO_2

21%
Metan (CH_4)

5%
Azotoksit (N_2O)

1%
F-gazları (florin içeren yapay gazlar)



ANAHTAR

Ortalama sıcaklık 1880'den beri kaydedilmektedir. Tarihsel CO_2 düzeyleri, ağaç halkaları ve buz göbekleri analiz edilerek ölçülür.

- Küresel ortalama yüzey sıcaklığı
- Atmosferik CO_2 düzeyleri
- Tahmini veriler

ATMOSFERİK KARBONDİOKSİT (MİLYONDA BİR)

400
380
360
340
320
300
280

Geç 19. yüzyılda sıcaklıklar kendiliğinden düştü

1880'de kömür yakıtlı sanayi CO_2 düzeylerini artırmıştı

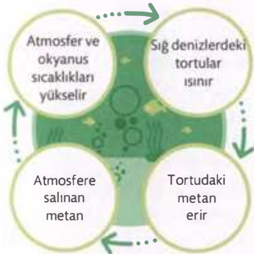
YEAR

1880 1900 1920 1940



Kısır döngü

Sıcaklıklar artmaya devam ederse, sorunu daha da ağırlaştıran geribesleme etkilerini tetikleyebilir. Örneğin tropikal yağmur ormanlarının azalması, atmosferden CO_2 alacak ağaç sayısının azalması demektir. Daha yüksek atmosferik CO_2 düzeyi küresel ısınmayı artırır ve atmosferik dolaşım sistemlerini değiştirip, uzun süreli kuraklığa ve daha fazla tropikal yağmur ormanının ölmesine yol açar. Diğer geribesleme etkileri, deniz tabanında metan salımı ve Kutup denizi buzunun erimesiyle ilgilidir.



DENİZ TABANI METAN SALIMI



KUTUP DENİZİ BUZU ERİMESİ



2016 KAYDEDİLEN EN SICAK YILDI

Bütün tahmin senaryolarında atmosferik CO_2 düzeyinin yükselmesi bekleniyor

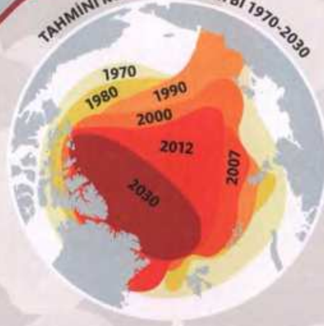
Neredeyse bütün tahmini senaryolarda, küresel ortalama yüzey sıcaklığının artması beklenmektedir

Küresel sıcaklıkta artış, CO_2'deki keskin yükselişe denktir

KÜRESEL ORTALAMA YÜZEY SICAKLIĞI

58.6°F – 14.8°C – 14.6°C – 59°F – 14.4°C – 57.8°F – 14.2°C – 57.4°F – 14.0°C – 57°F – 13.8°C – 56.6°F – 13.6°C – 56.2°F – 13.4°C

1960 – 1980 – 2000 – 2020



Küresel etki

Kutup buzu hızla eriyor. Mart 2017'de kuzey kutbunda kış deniz buzu en küçük boyutuna ulaştı. Eriyen buzulun suyu okyanuslara akıyor ve deniz seviyelerini yükseltiyor. Bu arada okyanuslar ısınıyor, bu şiddetli fırtınaları tetikliyor ve tropikal mercan resiflerini soylarını tüketmekle tehdit ediyor. Karada, uzun süren kuraklıklar sonucu eskiden yeşil olan bölgeler çölleşiyor.

Küresel ısınmanın olumsuz etkileri



Şiddetli fırtınalar sıcaklık artışından beslenir – deniz suyunun hızlı buharlaşması devasa fırtına bulutları yaratır.



Su baskınları karayı basar; çünkü daha güçlü fırtınalardan kaynaklı daha şiddetli, daha yoğun yağmurlar yağar.



Kuraklık ve genişleyen çöller tropik kuşakta ürün kıtlığına, açlığa, kitlesel göçe ve siyasal kargaşaya neden oluyor.

En basit, görseli en bol bilim rehberi

Yapay zekâ dünyayı ele geçirecek mi? Gen terapisi ne kadar işe yarar? Higgs bozonu, kök hücre, kütleçekimsel dalga nedir?

Bilim göz korkutucu ölçüde karmaşık olabilir ve "iyi" bilimi "kötü" bilimden, temel gerçekleri çoğu kez medyada yer alan abartılı atılımlardan ayırmak zordur.

Sade, anlaşılması kolay görsellerle ve büyüleyici geçeklerle dolu Bilim Nasıl Çalışır hem temel hem ileri bilimin sırlarını açıklıyor ve marak ettiğimiz sorulara yanıt veriyor.

Dizinin diğer kitpları

